

# TRABAJO DE CORONAMIENTO

“Balances de nutrientes como herramienta para  
estimar el potencial para el reciclado de los efluentes  
de tambo en recursos forrajeros”

Especialidad en Manejo de Sistemas Pastoriles  
Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires

Vet. Lorna Ileana Carbó

Tutor: Ing. Agr. Ma Alejandra Herrero, MSc

## **AGRADECIMIENTOS**

*A los responsables de la Especialidad en Manejo de Sistemas Pastoriles de la Facultad de Agronomía de la UBA, por el esfuerzo puesto a lo largo de los cursos que componen la misma.*

*A María Alejandra Herrero quien, no solo siempre fue mi mentora desde mis comienzos en la cátedra, sino que dirigió con **mucha paciencia** y dedicación este trabajo aportando ideas, críticas precisas y aportando material necesario para la realización de este trabajo de coronamiento.*

*A Myriam Flores quien, me ayudó, siempre que la necesité, con el análisis estadístico, permitiendo que este trabajo “fluyera” con mayor facilidad desde sus inicios.*

*A todos los productores entrevistados, los cuales, sin excepción, dedicaron parte de su valioso tiempo a facilitar la información solicitada, con una predisposición invalorable.*

*A todo el grupo de docentes de la Especialidad por su dedicación y empeño constante.*

*A los docentes, mis compañeros de trabajo, de la cátedra de Bases Agrícolas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA, por su apoyo y estímulo brindado.*

*A mis compañeros de la especialidad, tanto aquellos que terminaron como aquellos que no, que me dieron todo su apoyo en un momento duro, aun cuando recién nos conocíamos.*

*A mi esposo, Edgardo, que me apoyo en esta cruzada desde su comienzo, y a mis hijos Luis y Maite que me acompañaron desde la panza a lo largo de la realización del presente trabajo.*

**Índice**

Agradecimientos	1
Índice	2
Resumen	5
Introducción	7
Hipótesis	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
Materiales y Métodos	12
Resultados	
1. Determinación de la situación actual de los establecimientos seleccionados mediante la aplicación de los cálculos de balances de nitrógeno y fósforo.	17
2. Estimación de la transferencia de nutrientes hacia el sector de ordeño.	24
3. Determinación de los nutrientes presentes en el efluente.	30
a) Evaluación de los sistemas de tratamiento de efluentes	30
b) Determinación de la concentración de nutrientes presentes de los efluentes mediante análisis.	35
4. Establecer el potencial fertilizante de los efluentes	34
Disponibilidad de N y P calculado a partir de los balances	36
5. Generar una herramienta de cálculo que facilite la utilización de estos fertilizantes orgánicos	40
Conclusiones	43
Recomendaciones	46
Bibliografía	48
Anexo – Encuestas	

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Exigencias demandadas por el mercado a los productores agropecuarios (Adaptado de Viglizzo y col., 2002).	8
<b>Figura 2:</b> Ubicación geográfica de las Cuencas y de los Partidos seleccionados	13
<b>Figura 3:</b> Esquema de la estructura de evaluación de los sistemas de efluente de los establecimientos y puntaje asignado a cada componente del mismo	29
<b>Figura 4:</b> El círculo grande muestra el destino de los efluentes en los establecimientos, mientras que el círculo pequeño muestra la distribución, según cantidad, del 59% de los establecimientos con lagunas de tratamiento de efluentes	30
<b>Figura 5:</b> Destino final de los efluentes tratados	31
<b>Figura 6:</b> Capturas de las planilla para el cálculo de Balances de Predio	41
<b>Figura 7:</b> Capturas de la planilla para el cálculo de Balance de Rodeo de ordeño	42
<b>Figura 8:</b> Capturas de la planilla para el cálculo de la cantidad de efluente o estiércol a aplicar como fertilizante	43

## Índice de tablas

<b>Tabla Nº 1:</b> Valor de la mediana, máximos y mínimos de las distintas Cuencas lecheras y Valores generales en relación a la cantidad de Vacas en ordeño (VO), la producción lechera promedio, ración promedio y porcentaje de suplementación del rodeo de ordeño. En el valor general se incluyen las cuartilas 25 y 75	20
<b>Tabla Nº 2:</b> Valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de ingresos y egresos y de balances de nitrógeno, tanto por hectárea como totales, de las distintas Cuencas de Abasto y generales	21
<b>Tabla Nº 3:</b> Valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de ingresos y egresos y de balances de fósforo, tanto por hectárea como totales, de las distintas Cuencas de Abasto y generales	23

<b>Tabla N° 4:</b> Valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de los Balances de corral, expresados en kg/VO/año, entre paréntesis se indica la metodología de cálculo	24
<b>Tabla N° 5:</b> Valores medios de la cantidad de nitrógeno y fósforo excretado por año en los establecimientos encuestados, y proporción de la misma que es transferida a distintos sectores del mismo de las distintas cuencas y general	27
<b>Tabla N° 6:</b> Puntaje medio obtenido en las distintas cuencas y media general del manejo realizado de sus efluentes.	32
<b>Tabla N° 7:</b> Valores medios de los parámetros evaluados en los efluentes del tambo según el grupo de tratamiento de efluentes	33
<b>Tabla N° 8:</b> Requerimientos expresados en kilos de N y P por tonelada de Materia Seca (kg/tn MS) de algunas especies forrajeras anuales	35
<b>Tabla N° 9:</b> Valores medios y desvíos estándar de N y P aportados por mediante fertilizantes comerciales, y proporción de los requerimientos que cubren estos fertilizantes, a los principales cultivos forrajeros anuales utilizados en los establecimientos encuestados	35
<b>Tabla N° 10:</b> Mediana y primer y tercer cuartil de los equivalentes en urea del nitrógeno o superfosfato del fósforo acumulado en las instalaciones de ordeño con capacidad de ser reutilizados, expresados en ton/año de N y P disponibles para las plantas dentro del primer año, adecuando la disponibilidad de los nutrientes según la forma en que dicho efluente esté disponible	37
<b>Tabla N° 11:</b> Mediana y primer y tercer cuartil del aporte posible de PAN y PAP, expresado en porcentaje, depositado en la instalación de ordeño del fertilizante utilizado en los establecimientos, para todos los cultivos forrajeros anuales utilizados, diferenciando la disponibilidad de los nutrientes según la forma en que el efluente sea aportado	38
<b>Tabla N° 12:</b> Cantidad de hectáreas de maíz que podrían fertilizarse mediante la utilización de los nutrientes disponibles en el sector de ordeño, considerando un rendimiento promedio de 13000 kg MS/ha.	39
<b>Tabla N° 13:</b> Mediana y primer y tercer cuartil de los equivalentes en urea del nitrógeno o superfosfato del fósforo acumulado en las pistas de alimentación con potencial de ser reutilizados, expresados en ton/año de N y P disponibles para las plantas dentro del primer año	39

## Resumen:

El productor agropecuario se enfrenta a diversos y nuevos desafíos, no sólo destinados a maximizar su productividad, sino para atenerse a las exigencias generadas por los mercados, sobre temas que atañen al sector productor de alimentos. Entre las exigencias que surgieron, existen aquellas que apuntan al manejo de nutrientes en los establecimientos agropecuarios a fin de reducir los riesgos ambientales que cada tipo de producción genera. La implementación de los balances de nutrientes dentro del sistema productivo es una herramienta que permite a los productores afrontar futuras reglamentaciones ambientales y mejorar su margen de competitividad. Los tambos pastoriles generan un excedente de nitrógeno y fósforo que se distribuye irregularmente en el sistema acumulándose, el de mayor magnitud y posibilidad de reutilización, en la instalación de ordeño (SO). Este trabajo evalúa la disponibilidad de nitrógeno y fósforo en efluentes de tambo, que potencialmente pueden ser reutilizados para fertilizar recursos forrajeros anuales, a partir del cálculo de balances y estableciendo su nivel de transferencia hacia el sector de ordeño, en sistemas de producción de leche de base pastoril en la provincia de Buenos Aires. Los 27 establecimientos encuestados presentan características productivas diferentes siendo representativos de los tambos pastoriles de las 3 cuencas lecheras seleccionadas. En promedio ( $\pm$ desvío estándar), tenían una superficie de 397,55ha ( $\pm$ 343,1), con 312VO ( $\pm$ 308,91), una producción de 19 litros/VO/día ( $\pm$ 3,49), y raciones con 57,29% ( $\pm$ 15,88) de concentrados y conservados. El balance predial (ingresos – egresos de N-P) de nitrógeno (N) fue de 121,5 ( $\pm$ 71,8) kg N/ha/año y el de fósforo (P) fue de 18,3 ( $\pm$ 11,5) kg P/ha/año, siendo valores similares a los encontrados por estudios europeos y locales. Los balances anuales del rodeo de ordeño (BRO= ingresos por alimentos-egresos por leche de N-P), como indicadores de la excreción de nutrientes, fueron para N de 159,0( $\pm$ 40,1) kg N/VO/año y para P de 20,8( $\pm$ 5,8) kg P/VO/año, presentando correlación con modelos que estiman la excreción utilizados internacionalmente. Mediante los BRO y los tiempos de permanencia se pudo determinar una transferencia promedio del 28,8% ( $\pm$ 10,6%) del total del N y el P excretado por año, hacia el SO. Los sistemas de tratamiento de efluentes, de existir, son muy heterogéneos. Un 59% contaba con al menos una laguna de tratamiento, aunque no siempre funcionaban correctamente, el 17% hace un reuso directo del efluente crudo y el 24% lo desecha sin tratamiento previo, con las implicancias ambientales e higiénico-sanitarias que esto trae aparejado. La calidad de los efluentes fue muy variable, siendo similares a los hallados por otros autores. Los productores generalmente no aportan por fertilizantes la totalidad de N y P requeridos por los cultivos forrajeros anuales. En un 92,6% de predios, los nutrientes depositados en el SO podrían reemplazar lo provisto por fertilizantes comerciales. Los nutrientes disponibles en SO permitirían fertilizar un promedio de 37,9 ha de maíz para silaje, cubriendo los requerimientos de nitrógeno, con rendimiento promedio para las cuencas (13.000 kg MS/ha), correspondiendo al 78,4% de las ha sembradas con maíz de los establecimientos. La imposibilidad de recolectar lo depositado en las pistas de alimentación no permite, actualmente, su reutilización. La implementación de prácticas amigables con el ambiente representa hoy en día un desafío para la

producción animal, la ventaja es que la solución está en el mismo lugar donde se produce el problema y con una amplia variedad de tecnologías disponibles.

### **Abstract:**

Farmers are confronted with different and new challenges, not only in order to maximize productivity, but also to comply with market demands on issues concerning the food producing sector. Amongst these demands, are those that focus on nutrient management in farms, in order to reduce the environmental impacts that each type of production system produce. The implementation of nutrient budgets within the production system is a tool that will allow producers to confront future environmental regulations, improve competitive margins. Pasture-based dairy farms produce a nitrogen (N) and phosphorus (P) surplus that is unevenly distributed within the farm, and the largest amount and with more possibilities of being re-used, accumulates near the dairy shed (SO). The objective was to evaluate N and P availability in dairy effluent, which have the potential of being used in order to fertilize annual forage crops, by calculating nutrient budgets and establishing transference levels towards the dairy shed area, in pasture-based dairy production systems in Buenos Aires province. The 27 survey farms have different productive characteristics, and are, therefore, representative of this type of farm in the 3 selected dairy basins. In average ( $\pm$ standard deviation), farm extension was 397.55ha ( $\pm$ 343.1), with 312 cows in milk (VO) ( $\pm$ 309) producing 19 liters/cow/day ( $\pm$ 3.49), fed on rations with 57.29% ( $\pm$ 15.88) concentrate and fodder. Farm nutrient budgets (N-P incomes-outcomes) averaged 121.5 ( $\pm$ 71.8) kg N/ha/year, and 18.3 ( $\pm$ 11.5) kg P/ha/year, for N and P respectively, and are similar to those found in European and local studies. Annual dairy herd budgets (BRO=N-P incomes through feed-outcomes through milk), as an indicator of nutrient excretion, averaged 159.0( $\pm$ 40.1) kg N/VO/year and 20.8( $\pm$ 5.8) kg P/VO/year, for N and P respectively, are correlated with nutrient excretion estimation models used worldwide. Using BRO and the time spent in the SO, nutrient transfer was determined to be an average of 28.8% ( $\pm$ 10.6%) of the total amount of N and P excreted through-out the year. Effluent treatment systems, if existent, were heterogeneous. A 59% of the farms had at least one treatment lagoon, although these not always worked correctly, the 17% applies crude effluents directly and 24% discards it without prior-treatment, with environmental and hygienic-sanitary implication that this implies. Effluent quality was very variable, with similar results to those found by other authors. Producers generally do not apply the total amount of N and P required by annual forage crops. In 92.6% of the farms, nutrients deposited in SO could replace those supplied by commercial fertilizers. Nutrients available in SO could fertilize an average of 37,9 ha of silage corn, covering all N requirements, for the average crop yield of the basins (13000 kg DM/ha). This surface implies 78.4% of the total area sown with corn in the farms. At the present time, the unfeasibility to collect effluent deposited in feeding areas does not allow it to be put into use. The implementation of environmentally friendly practices is a challenge for animal husbandry; the advantage is that the solution lies in the same place where the problem arises and with a wide variety of technologies at hand.

## **Introducción**

A lo largo de las últimas décadas, los sistemas de producción lechera, entre otros, se ha ido intensificando en forma acelerada. Parte de este proceso se debe a la necesidad de enfrentar la baja de precios y el aumento de los costos de producción. Por otro lado, existe una gran demanda de un recurso escaso, la tierra, y los sistemas ganaderos se ven obligados a integrarse a modelos mixtos agrícola-ganaderos, cediendo tierra a la agricultura por su mejor relación precio-costos y su mayor simplicidad productiva. Esta integración les permite aumentar la producción general del establecimiento al amortizar los costos fijos. A fin de aumentar la productividad implica incorporar mayores insumos, incrementando los nutrientes que ingresan al sistema (Herrero y Gil, 2008).

Argentina inició este proceso de intensificación en los últimos 25 años. El progreso del sector lechero fue notable. Se estima que en los últimos 15 años el total de tambos se redujo en un 50 por ciento, sin afectar la existencia de ganado pero aumentando la producción de leche (Chimicz y Gambuzzi, 2007).

Los procesos de intensificación en tambos, que aún presentan una fuerte base pastoril, se han dado por la adopción de cambios tecnológicos disponibles a cada productor. Paulatinamente la mayor parte de los tambos comerciales pasaron de modelos más extensivos (bajas cargas, en base a campos naturales) a modelos de mayor complejidad (altas cargas, a base de pasturas y cultivos anuales, uso de reservas forrajeras como el silo y los balanceados) (La Manna y Durán, 2008).

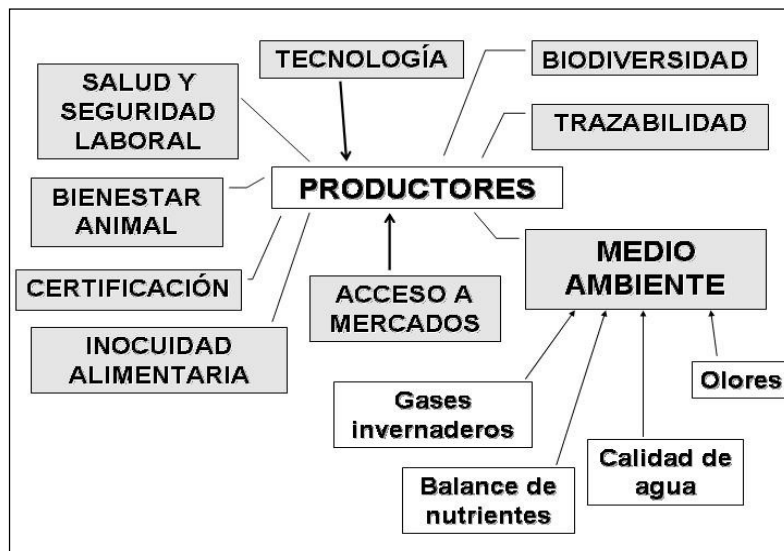
Sin embargo, existen evidencias que los procesos orientados exclusivamente a maximizar la productividad y mejorar el resultado económico, generan repercusiones a nivel ambiental y de sustentabilidad del sistema en su conjunto (Beegle y col., 2000).

Dichas repercusiones ha atraído la atención del consumidor. Temas como la degradación de la capa de ozono, efectos de los gases invernadero, deterioro de la calidad de agua y los brotes de BSE y Aftosa, han incitado al público a prestar mayor atención a la cadena agroalimentaria. El consumidor hoy demanda un mayor cuidado de ésta, del medio ambiente y del bienestar animal, en todos los niveles productivos y de su procesamiento posterior. Los mercados por ende, comenzaron a demandar a sus proveedores el cumplimiento los estándares y procedimientos para el desarrollo de



Buenas Prácticas Agropecuarias (GAP) (Furness, 2003). Por estas razones comenzaron a surgir a escala mundial reglamentaciones que contemplan diversos aspectos de las cadenas productivas, y que en diversos países comienzan a actuar como barreras para-arancelarias (Herrero, 2006).

El productor agropecuario se enfrenta hoy en día no sólo a la necesidad de alcanzar sus objetivos económicos, sino que debe atenerse a las nuevas exigencias, que hasta este momento eran ajenas al sector. Esto generó cambios radicales en su enfoque y estrategias productivas, con mayor conciencia de los temas ambientales y del impacto que su manejo produce. Algunas de las exigencias que le son demandadas a la producción primaria se encuentran detalladas en la Figura 1.



**Figura 1:** Exigencias demandadas por el mercado a los productores agropecuarios (Adaptado de Viglizzo y col., 2002).

Entre estas reglamentaciones existen aquellas que apuntan al manejo de nutrientes con la finalidad de reducir los riesgos ambientales (olores, emisiones gaseosas y contaminación de suelos y aguas) que cada tipo de producción genera. Desde el punto de vista ambiental, el nitrógeno y el fósforo son los nutrientes de mayor preocupación e importancia (NRC, 2001). La implementación de este tipo de manejo representa un desafío para la producción animal, tanto desde una perspectiva ambiental, como económica. Dentro de este contexto, los efluentes de origen animal pasan de ser residuos a ser una importante fuente de nutrientes, que tienen el potencial de ser reutilizados dentro del mismo establecimiento, optimizando el balance

de nutrientes y disminuyendo los costos de producción y el riesgo ambiental de contaminación (Herrero y col., 2006(b)).

En este sentido, es necesario comprender que en sistemas productivos de tipo pastoril, los animales devuelven al sistema entre un 60-70% del nitrógeno y fósforo ingerido mediante sus heces y orina. Sólo una pequeña proporción de los mismos permanecen en los productos animales (carne, leche, etc.) (van Horn, y col, 1994; Taminga, 1996). A su vez, los nutrientes reingresan al sistema con una distribución no uniforme de excretas, acumulándose en calles y aguadas (Díaz Zorita, 2001). Además, en el caso de los sistemas de producción lechera, existe una transferencia adicional de excretas (nutrientes) hacia el sector de ordeño. Esta última sería factible de ser reutilizado dentro del mismo sistema (Herrero y col., 2006(a)).

Los efluentes que se acumulan en las inmediaciones del sector del tambo, sumados a excretas acumuladas en corrales de contención o de alimentación y aguadas cercanas al mismo, resultan ser una de las principales fuentes de contaminación del agua subterránea y/o superficial en cuencas lecheras de Buenos Aires (Carbó y col., 2009). En la medida que se intensifican los planteos de producción lechera, se incrementa el número de animales por unidad de superficie y, consecuentemente, se aumenta la cantidad de estiércol y efluentes producidos (Herrero y col., 2006(c)).

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que prácticamente la totalidad del agua utilizada en la instalación de ordeño formará la fracción principal del efluente. El efluente como tal está constituido por una mezcla del agua con materia orgánica (heces, orina, leche de descarte y alimento) que surgen del lavado de pisos (corrales y sala), y de agua con productos químicos provenientes de la higiene de la máquina de ordeño y del equipo de frío. En el mejor de los casos, estos efluentes pasarán hacia una laguna de tratamiento, generalmente fruto del movimiento de tierra realizada durante la construcción del tambo. De esto se puede deducir que, según el manejo del rodeo en el momento del ordeño, del agua dentro de la instalación del tambo y al sistema de tratamiento y conducción de efluentes con que se cuente será la calidad y cantidad de los mismos pasibles de ser reutilizados (Taverna y col., 2004; Nosetti y col., 2002ayb).

Sin embargo, una mala utilización de estos efluentes (aplicación indiscriminada o sin tratamiento previo) puede llevar a contaminación de suelos y probable lixiviación

hacia aguas subterráneas (nitratos y/o bacterias), escurrimiento superficial hacia cuerpos de agua superficiales (eutrofización y riesgos para la salud de la población) (Herrero y Thiel, 2000) y problemas como ser posible dispersión de semillas de malezas, de enfermedades (bacterianas, parasitarias y virales), y drogas de uso veterinario, entre otras cosas (Mt. Pleasant y Schlather, 1994, Pell, 1997; Jjemba, 2003; Davis y col., 2006).

Una herramienta que se puede implementar para prevenir y evitar algunos de estos problemas es el cálculo de los Balances de Nutrientes. Los Balances de predio comparan la cantidad de nutrientes que ingresan al predio con aquellos que egresan en forma de productos, resultando una medida relativamente fácil para determinar los cambios posibles en el status de los nutrientes del establecimiento. Su finalidad es ser un indicador temprano de problemas que pueden surgir a partir de (i) excesos de nutrientes (ingresos>egresos), que lleva a la acumulación de nutrientes o (ii) a un déficit de nutrientes (ingresos<egresos), que implica una reducción de las reservas del suelo y probabilidad de reducción de la productividad (forrajes y cosecha de granos) (Cuttler, 2002).

Los balances de nutrientes tienen el potencial para ilustrar, tanto cuali como cuantitativamente, el flujo de los nutrientes que ingresan, egresan y se movilizan dentro de un sistema dado. Además, estos balances, o “desbalances”, representan el excedente del nutriente que permanecerá dentro del sistema de producción y podrá indicar una “medida” de la cantidad de ese nutriente, que puede ser reciclado al utilizarse como fertilizante (Koelsh y Lesoing, 1999). Por lo tanto, son de gran valor para investigadores, productores, sus asesores y para fines educativos (Watson y Stockdale, 1999; Goodlass y col., 2002) para evaluar la eficiencia en el uso de los nutrientes, la sustentabilidad a largo plazo y el impacto ambiental de los sistemas de producción.

Sin embargo, no existe una única manera de determinar o calcular los balances de nutrientes, y método a seleccionar deberá contemplar el propósito buscado con su aplicación o del tipo de nutriente para el cual se desea generar un balance (Oenema y Heinen, 1999). En este sentido, existen mayores incertidumbres en los sistemas pastoriles, en los cuales, por ejemplo, el ingreso de nitrógeno vía fijación biológica está sujeto a grandes variabilidades de cálculo. No ocurre lo mismo en sistemas estabulados en los cuales los nutrientes que “ingresan” al sistema provienen casi exclusivamente del alimento externo, aspecto que facilita su cuantificación.

La implementación de los balances de nutrientes dentro del sistema productivo permite a los productores evaluar su establecimiento y las consecuencias de sus actividades o decisiones, pudiendo incluso anticiparse a las mismas. En segundo lugar, facilita afrontar las futuras reglamentaciones, mejorando su competitividad, y en tercer lugar, permite disminuir sus costos de producción y el riesgo ambiental de contaminación, a partir de generar posibilidades de reuso de los efluentes como fertilizantes.

En la Argentina, los estudios sobre este tema son muy recientes y mayormente orientados a la producción agrícola (Herrero y col., 2006(c)). Respecto a los sistemas ganaderos son más escasos aún y generan un área de interés a desarrollar que pretende abordar, en parte, este trabajo.

## **Hipótesis**

En los tambos pastoriles se generan excedentes de nitrógeno y fosforo que se distribuyen irregularmente en sectores del predio. El cálculo de los balances de nutrientes resulta una herramienta válida para estimar estos excedentes a escala predial y por sectores para definir su posibilidad de reutilización.

## **Objetivo general:**

Evaluar la disponibilidad de nitrógeno y fósforo en efluentes transferidos al sector de ordeño a fin de reutilizarlos para la fertilización de recursos forrajeros mediante el cálculo de balances, en tambos de base pastoril de Buenos Aires.

## **Objetivos específicos:**

1. Determinar la situación actual de los establecimientos seleccionados mediante la aplicación del cálculo de los balances de nitrógeno y fósforo.
2. Estimar la transferencia de nutrientes hacia el sector de ordeño.
3. Evaluar el sistema de tratamiento de efluentes de los establecimientos
4. Establecer la concentración de nutrientes presentes de los efluentes mediante su análisis.

5. Establecer su potencial como fertilizante para los recursos forrajeros presentes.
6. Generar una herramienta de cálculo que facilite la utilización de estos fertilizantes orgánicos.

## Materials y métodos

## Objetivo 1

Se seleccionaron las Cuencas Lecheras de Abasto Norte y Sur o la Cuenca Sur-Oeste por ser las tres más importantes de la Provincia de Buenos Aires. Se realizó la recopilación de información agroeco-lógica para la elección de los partidos, para luego seleccionar los predios a estudiar en base a la confiabilidad de los datos provistos por los propietarios. Para ello se consideraron características edáficas relevantes que los diferenciase (a través de la carta de suelos del INTA). En cada Cuenca se seleccionaron áreas según las variables suelo y precipitaciones representativas. Tras dicho análisis los partidos seleccionados fueron, en la Cuenca de Abasto Norte: Carmen de Areco, en la Cuenca Sur: Castelli y en la Cuenca Oeste, debido a la gran variabilidad agroecológica de la cuenca, se seleccionaron 2 partidos: Saavedra, al sur, y Rivadavia, al norte (Figura 2).

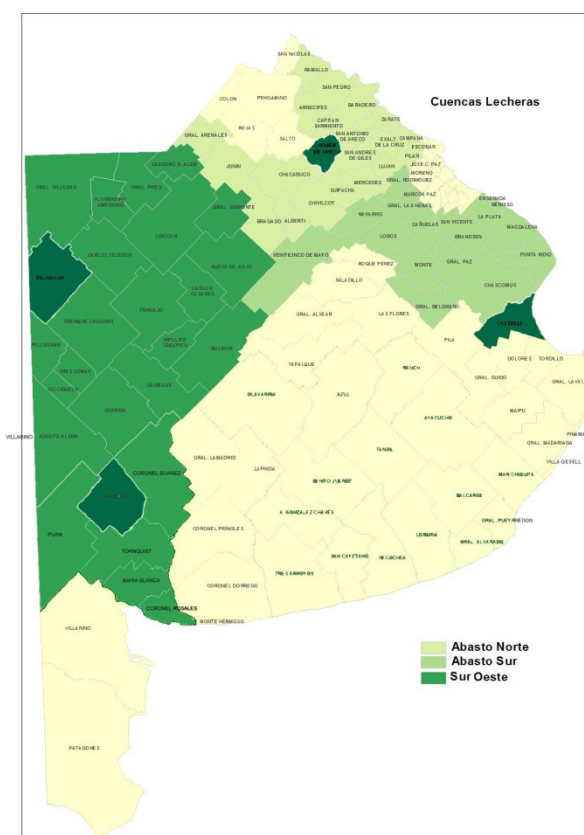


Figura 2: Ubicación geográfica de las Cuencas y de los Partidos seleccionados

En cada zona, se tomó contacto con asociaciones de productores y cooperativas lecheras para organizar una reunión informativa con los productores. Se seleccionaron **22** establecimientos de producción lechera bovina de base pastoril

distribuidos en las Cuencas lecheras de Abasto Norte y Sur, mediante Muestreo Estratificado Simple al Azar. Estos presentan distintas características productivas (tamaño de rodeo, porcentaje de suplementación, sistemas de tratamiento de efluentes, entre otras). En la Cuenca Sur-oeste se consideraron **2** predios del sector norte de la cuenca y **5** del sector sur, pertenecientes a 5 productores a un ex grupo CREA. Si bien éstos representan una zona de producción lechera relativamente marginal de la cuenca, los datos brindan otro panorama de dicha cuenca, son confiables y los productores estaban muy interesados en incorporarse al estudio.

La información productiva y agroecológica de los mismos se obtuvo a través de la técnica de encuestas durante entrevistas a los productores que aceptaron participar, y de estadísticas zonales. El diseño de encuestas pretendió recolectar la máxima información confiable en cada uno de los predios, abarcando la mayor cantidad posible de información anual, para el periodo 2005-2006. Los datos básicos a averiguar para caracterizar los sistemas fueron: uso del suelo y tenencia de la tierra, actividades desarrolladas, estructura de los rodeos y sus parámetros productivos, recursos forrajeros, cultivos de cosecha y rendimientos, insumos utilizados para las distintas actividades agro-ganaderas, manejo de los residuos producidos por la actividad ganadera (Viglizzo y col., 2002; Herrero y col., 2006(c)). El anexo 1 se presenta la encuesta utilizada.

Las condiciones edáficas de los establecimientos seleccionados fueron determinadas mediante análisis realizados por los productores y por los mapas de suelos de INTA (1:500.000 ó 1:50.000 según disponibilidad) (1998).

Con el fin de determinar la situación actual de los establecimientos seleccionados, se aplicó el cálculo de balances de nitrógeno y fósforo a los datos obtenidos en las encuestas. La estimación de balances de nutrientes en los predios (balances prediales) seleccionados se realizó a partir de un cálculo de diferencia entre *ingresos* y *egresos* cuantificables de cada mineral en el establecimiento estudiado. El valor obtenido permitió conocer el potencial de dichos nutrientes para ser retenidos y ciclados dentro del propio sistema (Van Horn y col., 1994; Atkinson y Watson, 1996). Las vías de ingreso de nitrógeno que se consideraron fueron: precipitaciones, fertilizantes, fijación biológica por leguminosas y alimentos ingresados desde fuera del establecimiento para consumo de los animales e ingreso de nutrientes por compra de animales; y para el caso del fósforo: fertilizantes, alimentos y animales ingresados desde fuera del predio (Atkinson y Watson, 1996; Viglizzo y col., 2002). La fijación

biológica de N<sub>2</sub> de las leguminosas se estimó mediante la multiplicación de la concentración de N de la de biomasa total por 0,6, cálculo permite estimar una aproximación del potencial de fijación del recurso (Heichel y col., 1984; Bacon y col., 1990; Klausner, 1993; Dou y col., 1998; Herrero y col., 2006(b)). Los valores bibliográficos de referencia y de información propia sobre contenido de nutrientes para alimentos se expresaron sobre la base de materia seca. La vía de egreso considerada provino de la estimación del contenido de los nutrientes exportados con los productos del establecimiento (leche, carne, granos) según valores de bibliografía (Viglizzo y col., 2002; Herrero y col., 2006(b)).

## Objetivo 2

La determinación de la transferencia hacia el sector de ordeño y a pistas de alimentación, se realizó según la metodología del cálculo de los balances, y para este caso específicamente modificada (Balances de transferencia de ordeño y de alimentación), tomando en consideración el manejo de los rodeos de vacas en ordeño (Herrero y col., 2006(a)), su alimentación y nivel productivo (Weiss y Wyatt, 2004, Nennich y col., 2005, Hollmann y col., 2008) y el comportamiento de bosteo (White y col., 2001, Dairying and the Environment Committee, 2006). Para este caso, tanto para el balance de N como el de P (BRO), resulta de la diferencia entre los nutrientes que ingiere por alimentos la vaca en ordeño - lo excretado en leche. Los valores obtenidos por esta metodología fueron comparados con modelos de excreción desarrollados para N por ASAE (2001) y para P por Nennich y col. (2005) y por Weiss y Wyatt (2004). Dichos modelos asumen que los animales del rodeo de ordeño no ganan peso durante el ciclo de producción de leche. Para los otros animales del establecimiento existen otros modelos de excreción, pero no serán contemplados en este trabajo por no formar parte del rodeo de ordeño, rodeo que realiza su excreción en las instalaciones de ordeño.

### Modelo de excreción de N de ASAE

$$N \text{ excretado (g/d)} = (51 \pm 19) (0,63 (\pm 0,03) * \text{Proteína cruda}/6,25) - (0,94 * \text{producción de leche})$$

Donde: producción de leche esta expresado en kg/d

### Modelo de excreción de P de Nennich

$$P \text{ excretado (g/d)} = (\text{Ingesta de Materia seca} * P \text{ dieta} * 560,7 (\pm 71,1)) + 21,1 (\pm 7,7)$$

Donde: P de dieta esta expresado en g/g de MS; Ingesta de Materia seca en kg

### Modelo de excreción de P de Weiss y Wyatt

$$P \text{ excretado} = -2,3 (\pm 4,2) + 0,63 (\pm 0,046) * \text{ingesta P (g/g)}$$

Para poder evaluar el manejo del rodeo de ordeño se recolectó información detallada sobre el diseño de instalaciones, duración de ordeños, tamaño de corrales de alimentación, y sobre los componentes de la ración total de la vaca en ordeño y el manejo de la suplementación según rodeos en las diferentes estaciones del año. Con el fin de generar un valor general, que permitiera comparar establecimientos y estimar la cantidad de nutrientes que sería depositados en esta área, se decidió tomar como parámetro el criterio de la Dairying and the Environment Committee (2006) que toma en cuenta las horas de actividad de las vacas y divide el bosteo equitativamente entre éstas. Para calcular este valor se tomó como 100% al bosteo diario (16 horas de actividad) y se determinó el porcentaje correspondiente a cada hora. Con dicho valor se estimó el bosteo en los corrales de encierro del tambo y de alimentación, considerando el tiempo de permanencia de los animales en los mismos. Para calcular la permanencia real de la totalidad del rodeo de ordeño en los corrales de encierro del tambo, se tomó la permanencia de la totalidad de las vacas la mitad del tiempo, es decir que si un rodeo de 100 vacas se ordeña en 2 horas por ordeño (según tipo de instalación) cada vaca estará en promedio 1 hora por ordeño en el tambo (las primeras sólo permanecerán allí 10 minutos y mientras que las ultimas lo harán durante las 2 horas que dura el ordeño).

La estimación de los efluentes producidos en dicha área permitirá entonces calcular la cantidad de nutrientes que son transferidos a este sector, a la instalación de ordeño, que tienen el potencial de ser reutilizados dentro del establecimiento. Si bien es factible de calcular la cantidad de nutrientes depositados en las pistas de alimentación, no siempre es posible reutilizar los mismos dado que generalmente poseen piso de tierra y la bosta quedara esparcida en estos sectores. Sin embargo, la cuantificación de lo que queda en estos sectores es importante, ya que determina el porcentaje de nutrientes que se transfiere desde el resto del campo a esos corrales. Estos sectores se comportarán entonces como puntos de contaminación, favoreciendo la lixiviación de nitratos al agua subterránea y escurrimiento superficial de nitrógeno y fósforo hacia aguas superficiales.

Con el fin de evaluar los datos estadísticamente se utilizó, en primera instancia, el Test de Shapiro-Wilks para evaluar la normalidad. Luego se realizó una Correlación de Spearman entre los resultados de los balances de N y P y distintos componentes involucrados en el ingreso de dichos nutrientes al establecimiento. Esto permite determinar cuáles de ellos influyen de manera más marcada en los mismos.



### **Objetivo 3**

Se realizó una selección de 5 establecimientos, dentro de los previamente encuestados, de acuerdo a los métodos de tratamiento de efluentes que utilizan, con el fin de obtener muestras de efluentes, tanto sólidos como líquidos. Para esto se establecieron 3 grupos con similares métodos de tratamiento de efluentes, mediante un análisis de los distintos componentes del sistema de conducción, almacenaje y tratamiento, y las diferentes opciones de destino del agua del sistema de refrescado por placas, según un esquema de evaluación adaptado de Sardi y col., 2006. El análisis considera entre otras, las siguientes variables: construcciones de separación de sólidos, de traslado del efluente, de almacenamiento y tratamiento, el tipo de sistema y frecuencia de limpieza, la implementación de post-tratamientos. A los mismos se les han asignado un valor basándose en su importancia relativa. Al tratamiento óptimo se le asignó un valor total de 100 puntos, y a cada fracción del proceso se le asignó una fracción de dicha cifra, basándose en su importancia relativa (por ejemplo: la presencia de post-tratamientos otorga 10 puntos al puntaje final). Se comparó cada parte del proceso de tratamiento de los establecimientos encuestados con el tratamiento óptimo y se asignó un valor considerando el diseño y su adaptación a la cantidad de efluentes a ser tratado y el número de vacas en ordeño. La suma de los distintos valores obtenidos por las partes, brindó un puntaje final para cada establecimiento. Este puntaje sirvió de base para seleccionar los establecimientos a muestrear.

### **Objetivo 4**

Los muestreos de efluentes, realizados por duplicado, se realizaron en las porciones iniciales (ingreso de nutrientes) y finales del sistema de tratamiento de efluentes (porción que presenta potencial de reciclaje de nutrientes). En caso de no existir sistema de tratamiento se tomó una muestra, también por duplicado, en la salida de la instalación de ordeño. Se consideraron recomendaciones especiales para la toma y número de muestras y submuestras necesarias para acotar el coeficiente de variación (Fulhage, 2000; Dou y col., 2001; Gale y col., 2006).

Se determinó pH, salinidad, sólidos totales, nitrógeno total, fósforo y nitrógeno amoniacal, para obtener valores de los nutrientes disponibles en los efluentes y determinar su potencial de reutilización dentro del mismo sistema (APHA, 1998; Fulhage, 2000; Dou y col., 2000).

### **Objetivo 5**

Con el fin de establecer el potencial como fertilizante de los efluentes producidos, se recurrió a bibliografía nacional (Mazzanti y col., 1997; García y col., 2002; Ciampitti y García, 2007; Fontanetto y col., 2008) con el fin de poder definir pautas sobre cuáles son los requerimientos de nutrientes de los distintos cultivos forrajeros anuales, y, a su vez, sobre el uso de efluentes y su mineralización potencial en distintos tipos de suelos y condiciones edáficas (Cogger y col., 1998; Eghball y Power, 1999 ; Eghball y col., 2002 ; Eghball, B., 2002; Gilmour y col., 2003 ; Cogger y col., 2004 ; Eghball y col., 2004; Muñoz y col., 2004; Eghball y col., 2005 ; Cusick y col., 2006; Gale y col., 2006; Cogger y Sullivan, 2007; Wu y Powell, 2007; Muñoz y col., 2008; Powell y Russelle, 2009). A fin de contar con un valor de comparación se estableció un valor equivalente a Urea (para N) y equivalente a Superfostato (para P).

### **Objetivo 6**

Con los datos obtenidos, se confeccionó una planilla de cálculo que permite establecer de forma sencilla y práctica dosis de utilización de efluentes, para cultivos anuales del establecimiento y que pueda ser utilizada por los asesores. La misma está confeccionada para proveer, a partir de los datos del análisis del efluente, y la dosis deseada de aplicación de N, el volumen del efluente a aplicar al cultivo. Este valor se obtiene a partir de fórmulas que calculan el nitrógeno que va a estar disponible para las plantas (PAN) (USEPA, 1995; Gilmour, 1999; Salazar y col., 2005; Wu y Powell, 2007)). Dichas formulas contemplan la mineralización esperable para el efluente en el año de aplicación, y en caso de haber aplicaciones previas, el de ese año sumado a la mineralización esperada del aplicado en años anteriores. En dichos cálculos a su vez se contempla la volatilización de amoníaco esperada en base a la forma de aplicación e incorporación al suelo (Meisinger y Jokela, 2000, Sommer y Hutchings, 2001, Sommer y col., 2004, Chadwick, 2005, Misselbrook, 2005, Bhandral y col. 2007).

## **Resultados y Discusión**

### **Objetivo 1. Determinación de la situación actual de los establecimientos seleccionados mediante la aplicación de los cálculos de balances de nitrógeno y fósforo.**

Los suelos en el Partido de Carmen de Areco, zona perteneciente a la Cuenca de Abasto Norte, están representados principalmente por *Argiudoles vérticos* y *A.*

*típicos* y en menor medida *Hapludoles* y *Argialboles*. Son suelos profundos, bien drenados, neutros, bien desarrollados, con secuencia de horizontes bien diferenciados. Las limitaciones más importantes se presentan en las cañadas que recortan las lomadas y en algunas cubetas aparecen suelos lavados, algo hidromórficos y algunos sódicos desde los horizontes subsuperficiales (*Argialboles* típicos y *Natracuoles* típicos, respectivamente). Los valores de precipitación media anual del partido son 1000 mm. La temperatura media anual de 16,8° C, oscilando en invierno entre 10 y 12° C, y en verano entre 23 y 25° C. (INTA-RIAP, 2004)

Para el caso del Partido de Castelli, ubicado en la Cuenca de Abasto Sur, los suelos están representados principalmente por *Natracuoles* y *Natracuulfes*. Son suelos sódicos e hidromórficos, con horizontes Bt2 muy arcillosos. Las limitaciones más importantes del área están dadas por la escasa pendiente, textura arcillosa, alcalinidad y salinidad en superficie, drenaje interno muy deficiente, napa freática alta (cercana a la superficie) y salobre, con elevada susceptibilidad al anegamiento. Los valores de precipitación media anual del partido son 900-950 mm, siendo la temperatura media anual de 14,8° C. (INTA-RIAP, 2004)

El Partido de Rivadavia es considerado parte de la Cuenca Oeste, y presenta, según el INTA, tres zonas agroecológicas. La primera la zona agroecológica ganadera del oeste, la segunda la ganadera del centro y la tercera la agrícola ganadera del oeste (INTA-RIAP, 2004).

En la primera, los suelos están representados hacia el oeste por cordones arenosos, que se intercalan por planicies donde se desarrollan *Haplustoles*. En médanos *Udipsamentes* y en áreas deprimidas y bordes de lagunas se encuentran *Hapludoles*, *Natracuulfes* y *Natralboles*. Esta zona posee una ganadería de ciclo completo siendo la internada una actividad de excelencia. En la segunda, los suelos están representados por *Hapludoles* en porciones elevadas y bajos, apareciendo también en estos últimos *Natracuoles* y *Natracuulfes*. En esta zona existe una actividad ganadera de ciclo completo (internada y lechería) que sufre los problemas de las inundaciones cíclicas agravadas por su relieve de cuenca cerrada. En la tercera, el paisaje corresponde a planicies muy extendidas que en algunas áreas, son más onduladas; se intercalan sectores planos cóncavos afectados periódicamente por inundaciones. En las planicies se desarrollan *Hapludoles*; en áreas onduladas *Hapludoles* y *Argiudoles*; en la transición a áreas más bajas y sectores deprimidos se encuentran *Hapludoles* y *Natralboles*. En esta zona existe una actividad ganadera de ciclo completo y forma parte de los sistemas mixtos agrícola-ganaderos. Los

principales cultivos agrícolas son el trigo, el maíz, la soja y el girasol (INTA-RIAP, 2004).

En este partido el clima es templado de transición durante el verano, las temperaturas oscilan entre 20° y 24° C en promedio, alcanzando una máxima de 40° C en algunas ocasiones. En otoño y primavera las temperaturas medias son de alrededor de 15° C, y en invierno las temperaturas mínimas absolutas están por debajo de los 0° C (CITAB, 2003).

Las limitaciones están determinadas por el relieve, que representa una típica cuenca cerrada sin salida libre hacia arroyos y ríos del escurrimiento superficial, que ha generado inundaciones en éste y otros partidos linderos (INTA-RIAP, 2004).

En el Partido de Saavedra, ubicado en la zona sur de la Cuenca Oeste, los suelos están representados principalmente por *Argiudoles* y *Hapludoles*. Las limitaciones están determinadas por la anegabilidad, sodicidad, baja permeabilidad, influencia de la capa freática, escasa profundidad y en muchos sectores, por condiciones desfavorables de los horizontes superficiales debidos a su delgado espesor, y carencia de nutrientes minerales y orgánicos. Los valores de precipitación media anual del partido son 650 mm con valores extremos de 550 a 750 mm. La temperatura media anual es de 13,4° C, oscilando entre 20,6° C y 22° C para los meses de verano y entre 6° C y 7° C para los de invierno (INTA-RIAP, 2004).

De los 27 establecimientos encuestados 9 corresponden a la Cuenca de Abasto Norte, 11 a la Cuenca de Abasto Sur y 7 a la Cuenca Oeste. La superficie promedio de los establecimientos fue de 397,55 ha  $\pm$  343,1 (máx: 1346; mín.:73). La producción láctea promedio fue de 19,35 litros/VO/día (DE:  $\pm$ 3,49 litros; máx.: 26,7; mín.: 12) con un contenido promedio de 3,5% GB (DE:  $\pm$ 0,22; máx.: 4,3; mín.: 3,2). El promedio de animales en ordeño fue de 312,22 (DE:  $\pm$ 308,91; máx.: 1270; mín.: 50) y un nivel de suplementación promedio del 57,29% (DE:  $\pm$ 15,88; máx.: 81,48; mín.: 0,50), tomándose en cuenta para su cálculo los kilos de MS proveniente de concentrados y conservados de la ración del rodeo de ordeño ((kg MS concentrados + conservados/Kg. MS total de la ración)\*100). Las Tabla 1 muestras las medianas de estos parámetros separados por zona y totales, detallándose en este último caso también las cuartiles 25 y 75.\

**Tabla Nº 1:** Valor de la mediana, máximos y mínimos de las distintas Cuencas lecheras y Valores generales en relación a la cantidad de Vacas en ordeño (VO), la producción lechera promedio, ración promedio y porcentaje de suplementación del rodeo de ordeño. En el valor general se incluyen las cuartiles 25 y 75

		VT	VO	Producción media leche l/VO/día	Ración media kg/VO/día	% suplem
Abasto Norte	Mediana	256	200	18,5	22,4	58,6
	Máx.-Min.	1.255-100	1.086-76	23,0-12,0	23,2-15,1	68,2-0,5
Abasto Sur	Mediana	280	200	19,5	22,7	59,7
	Máx.-Min.	860-88	750-50	23,1-12,0	23,2-17,2	68,7-32,9
Cuenca Oeste	Mediana	262	225	20,4	19,7	71,6
	Máx.-Min.	1411-73	1.270-50	26,7-3,5	22,7-14,9	81,5-48,1
General	Mediana (Q25-Q75)	262 (180-403)	200 (149-323)	19,5 (16,9-21,9)	22,3 (18,8-22,8)	60,1 (51,9-63,9)
	Máx.-Min.	1411-73	1.270-50	26,7-12,0	23,2-14,9	81,5-0,5

Al analizar los datos en relación con superficie del predio, número de vacas en ordeño y producción, se observa una gran variabilidad, lo cual nos indica que los establecimientos encuestados estarían representando a una amplia gama de tambos existentes en las cuencas seleccionadas. El nivel de suplementación, que contempla no solo el balanceado y otros concentrados sino también los conservados, es en promedio medianamente elevado, pero en ningún caso se observa 100%, lo cual indica que son, en mayor o menor medida, tambos pastoriles, y no sistemas estabulados. De acuerdo a estos datos, y evaluando estos establecimientos individualmente, podemos agruparlos en tres según su nivel intensificación (La Manna, 2002). Los 6 niveles de intensificación propuestos por La Manna, para tambos uruguayos están determinados de acuerdo a la carga animal total del predio, la producción lechera, la base alimentaria, fuente forrajera principal, uso de reservas forrajeras y uso de suplementos. Los niveles de intensificación observados estarían concentrados en los 3 niveles de mayor intensificación, indicando que cuentan con cargas animales superiores a 0,7 VT/ha, producciones lecheras mayores a 3100 L/VT/año, con pasturas como base forrajera y niveles de suplementación que superan los 0,15 kg de ración por litro producido. De acuerdo a estos niveles, solo una escasa proporción de los tambos (7,4%) se presentarían en la categoría que se denomina *intensificación controlada*, ubicándose en el grado de menor intensificación de los tres

grupos superiores. El resto de los establecimientos se pueden ubicar en los niveles superiores, utilizando cultivos forrajeros anuales y uso de anuales para reservas forrajeras.

**Tabla Nº 2:** Valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de ingresos y egresos y de balances de nitrógeno, tanto por hectárea como totales, de las distintas Cuencas lecheras y generales

		Ingreso N	Egreso N	Balance N	Balance N
		kg N/ha/año		kg N/ha/año	ton N/año
Abasto Norte	Media $\pm$ DE	175,6 $\pm$ 75,6	42,6 $\pm$ 42,1	133,0 $\pm$ 73,8	53,0 $\pm$ 68,7
	Máx.-Min.	271,5-58,8	151,7-12,4	234,7-46,3	218,3-8,8
Abasto Sur	Media $\pm$ DE	135,5 $\pm$ 40,5	26,5 $\pm$ 8,2	109,0 $\pm$ 34,9	35,4 $\pm$ 27,2
	Máx.-Min.	203,3-68,7	40,6-15,9	162,7-51,1	87,5-4,0
Cuenca Sur-Oeste	Media $\pm$ DE	172,5 $\pm$ 126,2	28,1 $\pm$ 15,5	144,4 $\pm$ 113,9	104,1 $\pm$ 138,9
	Máx.-Min.	391,9-69,5	58,5-15,1	333,3-52,7	379,9-8,0
General	Media $\pm$ DE	151,6 $\pm$ 80,5	34,6 $\pm$ 31,3	121,5 $\pm$ 71,8	59,9 $\pm$ 79,5
	Máx.-Min.	391,9-58,8	151,9-8,2	333,3-34,9	379,9-4,0

Las tablas 2 y 3 muestran los valores promedio de ingresos, egresos y balances de N y P, respectivamente. Los balances de ambos nutrientes muestran que las Cuencas de Abasto Norte y Cuenca Sur-Oeste presentan los promedios más elevados. Estos resultados se deben principalmente a la presencia de algunos tambos de mayor tamaño, carga animal y nivel de suplementación con insumos externos que los presentes en la Cuenca de Abasto Sur. Las medianas de estas tres cuencas no presentan grandes diferencias entre sí, ni con la mediana general. Esto nos indica que las diferencias se presentan principalmente debido a la presencia de los establecimientos que antes se mencionaron.

Los niveles de excedentes de N se encuentran en niveles similares a aquellos encontrados por Simon y col. (2000), en Francia, para niveles de intensificación intermedia (entre 50 y 250kg N/ha), mientras que algunos de los valores máximos hallados en este estudio están dentro de los rangos establecidos en dicho estudio para las cargas animales más elevadas, sin o con escasa producción forrajera propia.

Por otro lado, los valores medio de balances de N en kg N/ha/año están dentro de las normativas que estableció el gobierno de los Países Bajos en 2003 mediante el sistema de contabilidad de Minerales (MINerals Accounting System -MINAS), sin embargo algunos valores máximos lo superan ampliamente (180 kg N/ha para suelos arcillosos y 140 kg N/ha para suelos arenosos secos) (Hanegraaf y den Boer, 2003). Según Sacco y colaboradores (2003), en los Países Bajos, el promedio de los tambos que ellos analizaron presentaban valores similares a los valores máximos de este estudio. Ellos sugieren que dichos valores son muy elevados y preocupantes, en comparación con otros estudios europeos. Sin embargo, dichos autores no tomaron en consideración la fijación biológica de leguminosas, que en este estudio aporta un porcentaje de ingreso total entre el 45,3 y el 81,6%. Halberg y colaboradores (1995) mostraron que en Dinamarca los tambos orgánicos presentaban menores excedentes de N y mayores eficiencias que los tambos convencionales. Estos excedentes se encontraban correlacionados con las unidades ganaderas por hectárea en los tambos convencionales. En este estudio no se pudo hallar dicha correlación. Nielsen y Kristensen (2005) confirmaron estos hallazgos (175 kg N/ha convencionales y 106 kg N/ha orgánicos), al igual que el único tambo orgánico de este estudio.

Sin embargo, es conveniente considerar lo expresado por Schröder y col. (2003), los cuales indicaron en su estudio que deben tomarse estos datos de los balances de N expresados por unidad de superficie con precaución, especialmente al utilizarlas para generar reglamentaciones ambientales. Esto es debido a que no necesariamente expresan las habilidades de manejo de las granjas lecheras, ya que no solo dependen de la conversión de N dentro del establecimiento, sino también de la dependencia de cada establecimiento de alimentos adquiridos.

Los valores medios para los balances de P detectados en este estudio se encuentran en valores cercanos a levemente superiores a los detectados por Nielsen y Kristensen (2005) para tambos convencionales  $16 \pm 8$  kg P/ha/año, el único tambo orgánico de este estudio presentó un valor levemente superior (10,93 kg P/ha/año) a los valores medios de dicho estudio ( $6 \pm 4$  kg P/ha/año). Sin embargo, es de destacar que hay 3 establecimientos en este estudio que se encuentran por debajo de dichos valores y de hecho, uno de ellos que presenta balance negativo, lo cual indica que está degradando su recurso suelo para cubrir sus requerimientos de producción. Otros 6 establecimientos son los que se encuentran por encima de estos niveles y son los que elevan el promedio del resto, especialmente 2 de ellos con valores por encima de los 40 kg P/ha/año. Fangueiro y colaboradores (2008) establecieron valores de

Balances de P en un rango entre 5 y 72 kg P/ha/año, sin encontrar relación significativa con el nivel de intensificación de los establecimientos. Haas y colaboradores (2007) calcularon de balances de P de -3 kg P/ha/año (-14 to 4) en Alemania, y si bien ellos consideran estos valores como algo positivo, sería discutible ya que ciertamente de el fósforo faltante en el balance está siendo “tomado” de algún lado, muy probablemente de reservas del suelo. Steinshamn y colaboradores (2004) no consideraron a los balances negativos de P (en promedio, -6,3kg/ha/año) como problemáticos a corto plazo, pero aclarando que podría limitar la producción del sistema en el largo plazo. En la metodología propuesta por Viglizzo y col (2002) se indica que balances de P por debajo de -3 kg/ha ya mostraría una señal de alerta de la degradación del suelo.

Los balances medios expresados en Ton P/año, se encuentran en valores similares a los encontrados en un estudio de Herrero y col. (2006), sin embargo, al igual que con Nielsen y Kristensen (2005) existen valores extremos (11,11%) que superan ampliamente con los valores establecidos en dicho estudio.

En ningún caso se determinó una relación de los balances prediales por ha con el tamaño del establecimiento, ni con el tamaño del rodeo total o de ordeño, probablemente debido a que es factible que obedezcan más a cuestiones de manejo que no están asociadas a la escala.

**Tabla Nº 3:** Valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de ingresos y egresos y de balances de fósforo, tanto por hectárea como totales, de las distintas Cuencas lecheras y generales

		Ingreso P	Egreso P	Balance P	Balance P
		kg P/ha/año		kg P/ha/año	ton P/año
Abasto Norte	Media $\pm$ DE	20,5 $\pm$ 9,4	6,8 $\pm$ 5,6	13,7 $\pm$ 9,3	5,8 $\pm$ 8,6
	Máx.-Min.	32,0- 1,3	21,0- 2,2	26,6- (-0,8)	27,4- (-0,2)
Abasto Sur	Media $\pm$ DE	23,9 $\pm$ 10,7	4,7 $\pm$ 1,4	19,3 $\pm$ 9,7	6,1 $\pm$ 4,4
	Máx.-Min.	48,1- 6,4	7,1- 2,8	41,9- 3,4	14,2-0,3
Cuenca Sur-Oeste	Media $\pm$ DE	31,3 $\pm$ 14,0	5,0 $\pm$ 2,8	26,3 $\pm$ 11,4	15,6 $\pm$ 17,1
	Máx.-Min.	54,2- 15,3	10,0- 2,7	43,5- 12,6	50,0-2,8
General	Media $\pm$ DE	23,4 $\pm$ 12,6	5,7 $\pm$ 4,3	18,3 $\pm$ 11,5	8,4 $\pm$ 10,3
	Máx.-Min.	54,2- 1,3	21,0- 1,4	43,5- (-0,8)	50,0-(-0,2)



Halberg (1999) evaluó estos indicadores en relación a las prácticas de manejo de establecimientos. Este autor determinó que los granjeros/encargados consideran que los indicadores son de gran utilidad, especialmente cuando los mismos evalúan a los establecimientos en su totalidad, recurriendo a combinaciones de varios indicadores. Ellos consideraban que los indicadores les permiten aprender, estimular el aprendizaje y a racionalizar los procedimientos utilizados, siempre y cuando les enseñasen a interpretar los resultados. Los indicadores eran considerados como particularmente interesantes cuando reflejaban las prácticas de manejo individuales de cada establecimiento, especialmente al permitirles comparar diversas estrategias de manejo realizadas año a año, o comparaciones con campos de similares características pero con diferentes manejos. Ellos consideraron como altamente benéfico cuando los investigadores colaboran en la interpretación de las diferencias observadas. Además, considera que los indicadores a nivel de predio miden muchas decisiones tomadas a lo largo del año, pero no necesariamente ofrecen todas las explicaciones en si mismos. Para comprender las diferencias logradas año a año, se requiere un mayor grado de detalle, mediante el uso de otros indicadores a nivel de rodeo, cultivos o incluso de sectores o potreros individuales del campo, individualizando los diversos subsistemas del establecimiento.

## **Objetivo 2. Estimación de la transferencia de nutrientes hacia el sector de ordeño.**

Se estimó el balance anual del rodeo de ordeño (BRO) a partir de la diferencia entre ingresos (N-P en alimentos) y egresos (N-P en producto leche). El resultado representa la excreción de N y P por vaca en ordeño por año. El cálculo de dicho balance permite luego estimar la transferencia a los diversos sectores por parte de los animales según el tiempo de permanencia en los mismos. El resultado de los mismos y el de otros métodos de estimación de excreción presentes en la bibliografía internacional, establecidos para vacas en confinamientos se presentan en la Tabla 4.

**Tabla Nº4:** Valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de los Balances de corral, expresados en kg/VO/año, entre paréntesis se indica la metodología de cálculo

	Kg N/VO/año (BRO)	Kg N/VO/año (ASAE)	Kg P/VO/año (BRO)	Kg P/VO/año (Nennich)	Kg P/VO/año (Weiss y Wyatt)
Media±DS	159,0±40,1	145,5±25,2	20,8±5,8	22,53±3,0	18,7±3,9
Rango	236,3-94,3	191,5-92,2	35,1-11,4	30,3-17,4	27,6-11,6

Se determinó la correlación entre el método de excreción calculado mediante el balance de nutrientes para el rodeo de ordeño (BRO) y el método establecido por ASAE (2001) para la excreción de N ( $r_s=0,96$ ). Para el caso del balance de P se presentan también las correlaciones con los modelos propuestos por Nennich y col. (2005)  $r_s=0,91$  y con el presentado por Weiss y Wyatt (2004)  $r_s=0,88$ . Estos resultados muestran que el modelo de estimación a partir del balance (BRO) es válido para estimar la excreción del rodeo de ordeño.

La evaluación de los datos del N y P excretado por el rodeo de ordeño en relación con los distintos factores involucrados en el cálculo de los mismos muestran que los balances de N (kg N excretado/año) están relacionados con el concentrados ( $r_s=0,91$ ), con el forraje ( $r_s=0,76$ ) y con los conservados ( $r_s=0,67$ ). La relación de todos los componentes de la ración con el balance es importante, sin embargo los concentrados y los forrajes son los componentes que mayor relación tienen con la variabilidad del balance. Esto puede estar relacionado con el hecho que no siempre se tiene en cuenta la calidad del componente forrajero como contenido de nutrientes al agregar el componente concentrado a la ración, ni su efecto a nivel del balance de N del animal. Los resultados estarían en concordancia con lo que indican diversos estudios que indican que el tipo de fuente utilizada como concentrado en relación con el forraje y conservado utilizado afectará el balance interno de N del animal y el nivel de excreción de este nutriente vía heces y orina (Faverdin y col., 1991; Valk, 1994; Gonda y col., 1996; Berry y col., 2001; Yrjänén y col., 2003; Kokkonen y col., 2004; Mulligan y col., 2004; Steinshamn y col., 2006; León y col., 2008). Esta situación ha llevado a la búsqueda de estrategias con el fin de reducir la excreción de este nutriente mediante distintas prácticas de alimentación. Castillo y col. (2001) evaluaron la incidencia de diversas fuentes de almidón (concentrados a base de maíz vs. a base de cebada) asociadas a forraje ensilado con el fin de reducir la excreción de N. Rotz (2004) sugiere no sobrepasar los requerimientos de proteínas by-pass, ya que esto lleva a aumentos en la excreción de N y reduce secundariamente la performance animal al requerirse energía para eliminar el exceso de proteína. También sugiere mejorar la eficiencia productiva de los animales a partir del mejoramiento genético, a fin de lograr aumentar la producción láctea por cantidad de alimento suministrado para el mantenimiento del animal, si bien aclara que los progresos en este sentido son más lentos que los que se centran en una nutrición de precisión. St.Pierre y Thraen (1999) mostraron mediante sistemas de simulación que un incremento del 25% en la producción láctea reduce la excreción por kilo de leche del 8%, que mejorar el conocimiento con respecto a la biología y la composición de la ración llevaría a una

reducción adicional del 8%, y que fraccionar el rodeo en grupos de alimentación diferenciales (hasta 8) podría reducir un 8% adicional.

Si bien los balances de P (kg P excretado/año) también presentan correlación con los distintos componentes de la ración, la incidencia de cada uno es distinta (alimentos concentrados ( $r_s=0,91$ ) y el forraje ( $r_s=0,90$ )), con excepción de los alimentos conservados ( $r_s=0,66$ ), la cual es prácticamente igual que en el Balance de N. En el caso del BRO del P, los esfuerzos destinados a manejar la concentración transferida hacia el área de ordeño mediante la reducción de su ingesta con el concentrado, sin tomar en consideración del aporte realizado por el forraje, serían menos previsibles e ineficaces que en el caso de N. Diversos autores han logrado reducir considerablemente la excreción de P y los balances de P mediante ajustes de la ingesta de P a través de la ración (Cerosaletti y col., 2004; Arriaga y col., 2009). Cerosaletti y col. (2004) lograron reducir los balances de fósforo en un 49% en dos tambos, resultado menor al que habían predicho (78%). Arriaga y col. (2009) redujeron la excreción de P un 35% mediante la optimización de la eficiencia de uso de nitrógeno por parte del animal, al utilizar distintas estrategias como ser: diferenciación de grupos de alimentación por producción individual, reformulación de raciones periódicas y de selección de sistemas de alimentación.

Al igual que lo que ocurre con el N tampoco se debe menospreciar el efecto del componente forrajero dentro del balance, estos presentan diferentes concentraciones de P según especie, momento de ciclo e incluso en distinto cortes a lo largo del año. Herrero y col., 2009 determinaron que el componente forraje presenta una importante variabilidad a lo largo del año (92%). Esta importante variabilidad de composición y calidad forrajera está íntimamente ligada a la consociación utilizada en las pasturas polifíticas y a los patrones de crecimiento estacional de cada especie forrajera utilizada en las mismas, las cuales a su vez difieren en su crecimiento en diferentes condiciones edafo-climáticas (Agnusdei y col., 2001; Machado y col., 2003). En este sentido, Agnusdei y col. (2001) pudieron observar que no eran más de dos de las especies participantes en las mezclas las que aportaban entre el 80-90 % de la biomasa verde, y que el aporte de dichas especies al crecimiento total de las pasturas varió estacionalmente como consecuencia del asincronismo en sus tasas individuales de crecimiento. Esta variabilidad intrínseca del componente forrajero no puede ser controlada, y por lo tanto, los productores y asesores deberán tener en cuenta la alimentación integral para lograr menores resultados.

**Tabla N°5:** Valores medios de la cantidad de nitrógeno y fósforo excretado por año en los establecimientos encuestados, y proporción de la misma que es transferida a distintos sectores del mismo de las distintas cuencas y general

		Ton N excr/año	Ton P excr/año	Proporción depositado en		
				área ordeño	pistas de alimentación	potreros
Abasto Norte	Media ±DS	56,3±71,0	7,7±11,6	28,8±10,3	3,2±5,4	67,9±11,6
	Máx.-mín.	236,0 -16,0	38,1 - 1,3	50,0-15,6	12,5-0,0	84,4-45,9
Abasto Sur	Media ±DS	44,4±43,2	5,3±5,2	32,4±11,5	11,4±12,4	56,2±21,0
	Máx.-mín.	158,9-7,7	19,3 -0,8	50,0-12,5	37,5– 0,0	87,5-25,0
Cuenca Oeste	Media ±DS	67,4±72,2	9,7± 9,5	23,2±7,8	27,0±16,2	49,8±17,8
	Máx.-mín.	182,1-8,3	23,4 – 2,1	31,2-12,5	56,2 - 3,1	78,1-25,0
General	Media ±DS	54,3±59,7	7,2±8,7	28,8±10,6	12,7±14,7	58,5±18,4
	Máx.-mín.	236,0-7,7	38,1-0,8	50,0-12,5	56,2-0,0	87,5-25,0

Una vez estimados los balances (BRO) de N y P se estimó la transferencia por hora de permanencia en las distintas instalaciones. Se consideró que según el comportamiento de bosteo (White y col, 2005, Dairying and environmental comitte, 2006) la transferencia se puede estimar para sala de ordeño, corrales de ordeño y de alimentación, potreros y caminos, en un 6,2%. La tabla N° 5 muestra los valores medios, desvíos estándar, máximos y mínimos de la proporción de todos los nutrientes excretados en los establecimientos que son transferidos hacia la zona de la instalación de ordeño y las pistas de alimentación, y la que permanece dentro de los potreros.

Los rodeos permanecían un promedio de 5:20 horas (DS: ±1:00hs) en los corrales de la sala de ordeño (considerando el tiempo de los dos ordeños). Estos valores resultan elevados dado que se considera que la permanencia de los rodeos en dicha área no debería superar las 4 horas totales por día (Arave y col., 1996; Ryan, 2005). Este tiempo de permanencia ideal surge de contar con instalaciones de ordeño adecuadas al tamaño del rodeo (Arave y col., 1996; Ryan, 2005). La mayor permanencia de las vacas en este sector generalmente está asociada a un incremento en el número de vacas en los rodeos sin una adaptación adecuada de las

instalaciones. La mayor permanencia de los animales en este sector implica una mayor excreción y por ende una mayor transferencia de nutrientes hacia este sector. Al realizarse un lavado de las instalaciones, y recolectarse el efluente generado en lagunas, éste podría reutilizarse. Las características y eficiencia de las instalaciones de tratamiento de los efluentes, determinaran entonces una reutilización en condiciones sanitarias seguras.

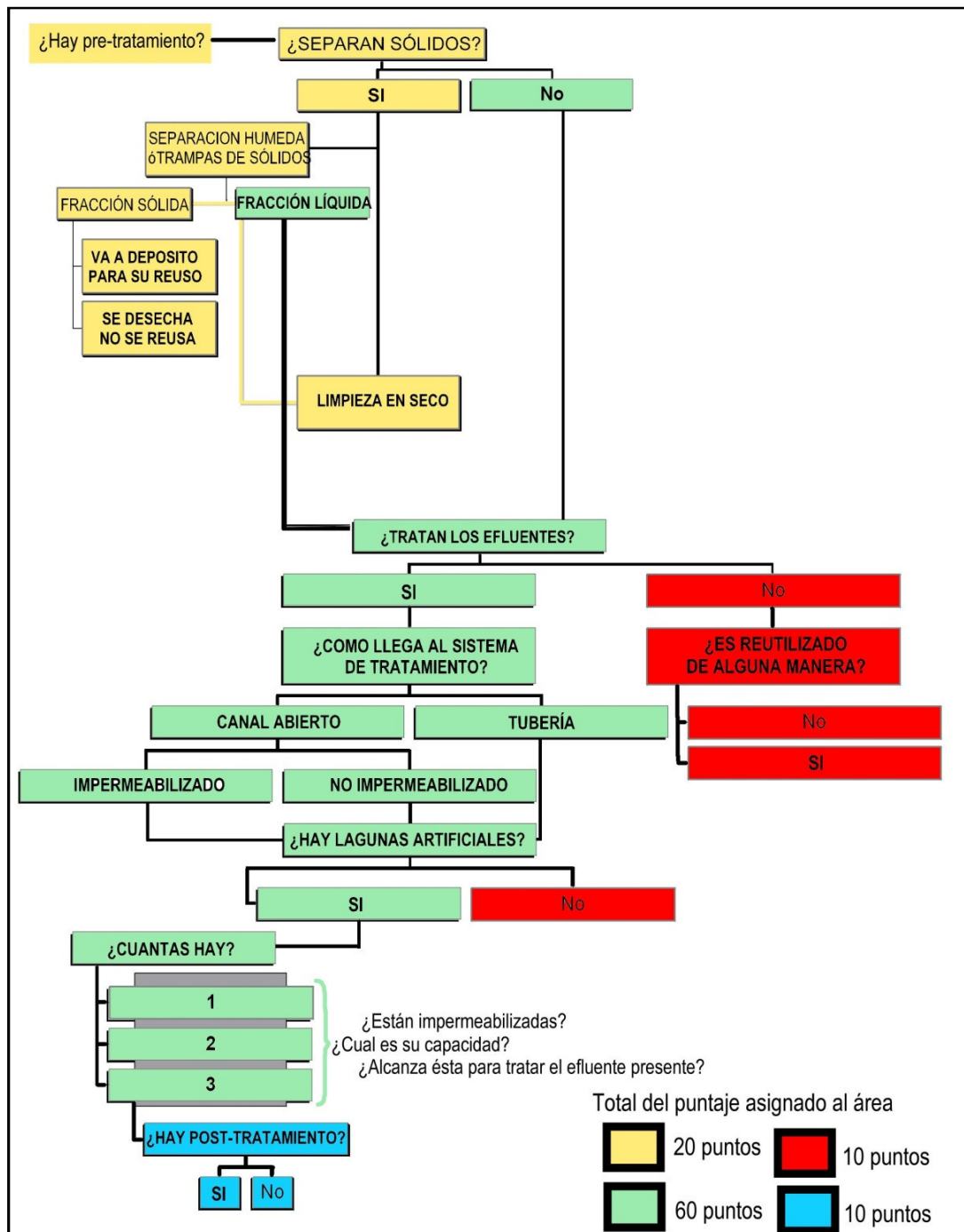
Por otro lado, existe una transferencia de nutrientes hacia las pistas de alimentación (para suministro de silaje, balanceados y/o granos cuando éstos no son suministrados durante el ordeño). El tiempo promedio de permanencia en estas pistas de alimentación fue de 2:52hs (DS:  $\pm 5:26$ hs), siendo el máximo de 11 horas y el mínimo de 0 horas. Lo más habitual es que en estos sectores existan pisos de tierra, compactados o no, y aún cuando no estén compactados habitualmente su ubicación dentro del establecimiento no siempre es la misma a través del tiempo. En los establecimientos evaluados, todas las pistas existentes eran de tierra, por lo cual, estos datos no serán contabilizados como nutrientes a reciclar en el presente trabajo dada la dificultad de recolectar dichas excretas.

La amplia gama de resultados de transferencia de nutrientes hacia el sector de la instalación de ordeño y de alimentación nos muestran que cada establecimiento deberá ser evaluado individualmente, con el fin de establecer la posibilidad de reuso de estos nutrientes, contenidos en las excretas.

### **Objetivo 3. Determinación de los nutrientes presentes en el efluente.**

#### **1. Evaluación de los sistemas de tratamiento de efluentes**

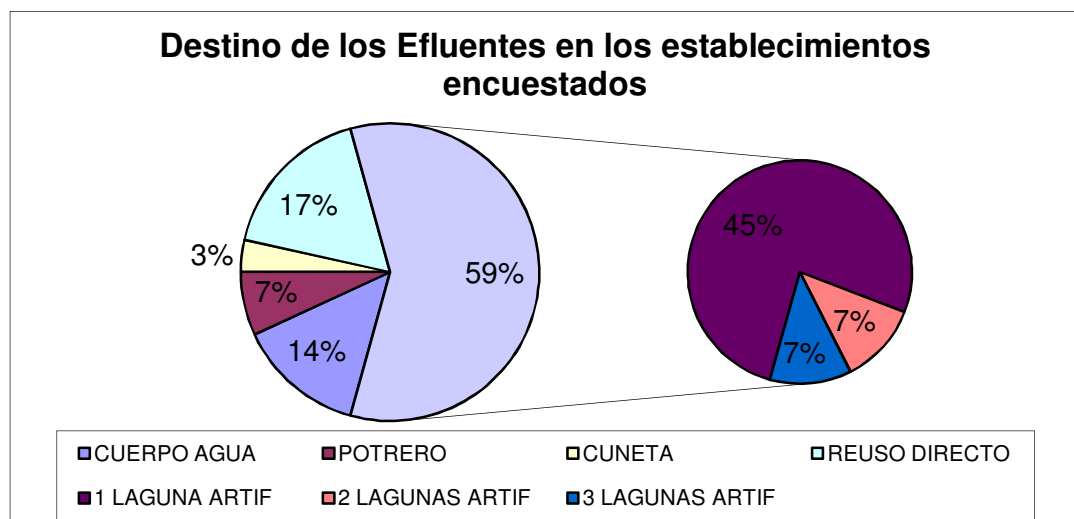
La evaluación de los sistemas de tratamiento de efluentes se realizó en base al esquema en la Figura 2. Dicha estructura de evaluación se generó en base a la importancia relativa de los distintos componentes que componen el sistema de almacenamiento, conducción, y pre- y post- tratamientos de los efluentes. Esta evaluación permitió dividir los tambos según los tratamientos que realizan en sus efluentes, si los hubiese, para determinar los grupos para muestreo.



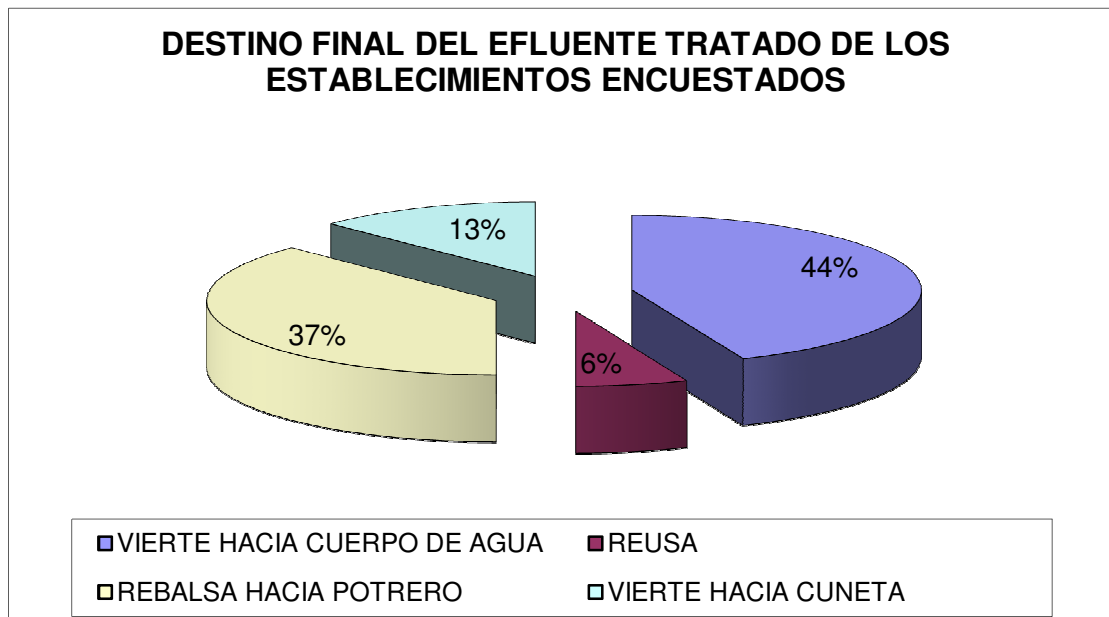
**Figura 3:** Esquema de la estructura de evaluación de los sistemas de efluente de los establecimientos y puntaje asignado a cada componente del mismo.

La evaluación realizada del manejo de los efluentes producidos por la actividad de producción primaria de leche mostró que el 17% de los casos hacía un uso directo de los efluentes crudos sobre campos de cultivo y el 7% lo eliminaba en un potrero en desuso (habitualmente bajos). Un 3% lo desechaba en la cuneta del camino y un 14% lo hacía directamente hacia cuerpos de agua (dentro de su establecimiento o compartidos), sin ningún tipo de tratamiento previo. Sólo un 59% posee lagunas de

tratamiento de efluentes, lo cual se condice con datos encontrados por Nosetti y col. (2002b) y por Herrero (2009). Del porcentaje de tambos que posee lagunas de tratamiento, un 76% poseía una única laguna de tratamiento y un 24% más de una. El 17% separa sólidos antes de entregar los residuos a la laguna o de reutilizarlos (Figura 3). El porcentaje de tambos que posee lagunas de efluentes es relativamente bajo en comparación con el estudio realizado por Morse Meyer en 1997 en tambos de California, donde evaluó la existencia de lagunas en el 95,9% de los casos, y en éstos, el 61,9% presentaban lagunas únicas, y los restantes más de 2 lagunas. En encuestas realizadas por Smith y col. (2001), en Inglaterra y Gales, se encontró que un 25% de establecimientos poseían lagunas de efluentes en banco de tierra, mientras otro 23%, aproximadamente, almacenaba los efluentes en tanques circulares. Entre aquellos que almacenaban en lagunas de tierra, aproximadamente la mitad hacía una separación previa de sólidos. Un 16% no poseía o presentaba sistemas de almacenamientos de efluentes con capacidades inferiores al mes, lo cual implica, según estos autores, que los productores deben aplicar los efluentes aún cuando las condiciones ambientales no sean las adecuadas. En este trabajo no especifican cantidad de lagunas de tratamiento presentes en los establecimientos. Ninguno de los trabajos consultados contemplaba la totalidad de los componentes del tratamiento de efluentes. La mayor parte de los estudios se concentran en el efluente que manejan los establecimientos (sólidos, semisólidos, líquidos), capacidad de los depósitos de efluentes en cantidad de días y si aplican el efluente en el campo o lo “exportan”.



**Figura 4:** El círculo grande muestra el destino de los efluentes en los establecimientos, mientras que el círculo pequeño muestra la distribución, según cantidad, del 59% de los establecimientos con lagunas de tratamiento de efluentes



**Figura 5:** Destino final de los efluentes tratados

Del 59% de los establecimientos que cuentan con tratamiento de efluentes relevados en este estudio, uno sólo contaba con impermeabilización del fondo de las lagunas con membrana. El 20% realiza limpieza de la/s misma/s, habitualmente cada 2 a tres años. Cuando no se realiza una limpieza, la laguna va rebalsando lentamente, porque se va colmatando por la sedimentación de los sólidos, hasta alcanzar otros sectores, que por la pendiente corresponde a los potreros bajos del establecimiento (40%), como también los cursos de agua (40%) o las cunetas (20%). En la Figura 4 se puede ver el destino de los efluentes tratados, sin diferenciar la eficiencia de dicho tratamiento. Nossetti y col. (2002b) encontraron que el 80% de los tambos que trataban efluentes vertían el efluente final hacia cursos de agua o cunetas. Estos autores informaron un mayor porcentaje de establecimientos que vierten el efluente crudo hacia la cuneta, 20,05% vs 3% halado en este estudio. Tanto en el trabajo de Nosetti como en este estudio, el mayor porcentaje de tambos que llevan a cabo esta práctica son los de la Cuenca de Abasto Sur. Brownlie y Henderson, (1984) mencionan en un trabajo realizado en Escocia del Sur que los efluentes líquidos eran vertidos hacia cursos de agua, sin embargo, no hay trabajos posteriores que indiquen esta situación sin algún tipo de tratamiento previo, o sin cubrir con requisitos mínimos de calidad del efluente vertido hacia los cursos de agua. Probablemente esto se deba a la cantidad de normativas que surgieron en los países de Europa, en Estados Unidos y en Oceanía, desde los 90's en la cuales se prohíbe el vertido (Herrero, 2009). Dou y colaboradores (2001) indican en su estudio en Pennsylvania que cerca del 30% de los establecimientos encuestados reportaron no contar con almacenamiento de efluentes



de las vacas en ordeño, la cual era entonces depositada directamente sobre los potreros o acarreada y desparramada por los campos diariamente. De acuerdo a estos autores, el almacenaje se cree mejora el manejo de los nutrientes y por ende favorece la percepción pública de los programas de manejo de los efluentes.

En el 17% de los casos estudiados informan que se está realizando riego con los efluentes crudos. Si bien comenzaron con el fin de no tener lagunas de efluentes en el establecimiento, actualmente poseen inquietudes más cercanas a aprovechar los efluentes como fuente de nutrientes. Un productor manifestó haber tenido una mala experiencia con el riego con los efluentes, esta se debió principalmente a la necesidad de realizar un mantenimiento de los equipos por el al tapado de los sistemas de riego por fracciones vegetales o granos presentes en el efluente y no por los resultados en los cultivos.

**Tabla N°6:** Puntaje medio obtenido en las distintas cuencas y media general del manejo realizado de sus efluentes.

		Puntaje Manejo Efluentes
Abasto Norte	Media $\pm$ DS (Max-min)	50,4 $\pm$ 28,7 (89,9-21,2)
Abasto Sur	Media $\pm$ DS (Max-min)	34,6 $\pm$ 8,1 (48,2-23,4)
Cuenca Oeste	Media $\pm$ DS (Max-min)	33,2 $\pm$ 12,1 (49,1-21,2)
General	Media $\pm$ DS (Max-min)	39,5 $\pm$ 19,3 (89,9-21,2)

Los resultados de los puntajes asignados se muestran en la Tabla N°6. Dentro de los establecimientos encuestados, se observa que los mejores sistemas de tratamiento se están llevando a cabo en la Cuenca de Abasto Norte, aún teniendo en cuenta que no todos los establecimientos eran grandes o de productores de punta. En la Cuenca Oeste, el puntaje obtenido fue en promedio bajo, esto se debe a que salvo dos casos, que contaban con laguna de efluentes, prácticamente no se realizaba un tratamiento, siendo el efluente descartado hacia cursos de agua o lagunas naturales, o riego directo con el efluente crudo. Esta situación podría traer aparejado problemas sanitarios asociados a patógenos y parásitos en los animales en pastoreo (Strauch D., 1991; Pell A.N., 1997; Dimijian GG., 2000; Hutchison y col., 2005 (ayb)). El puntaje medio general fue inferior al presentado por Sardi y colaboradores (2005), sin embargo estos autores no incluyeron en su estudio tambos de la Cuenca Oeste. Si se considera como referencia solamente a los tambos de Abasto Norte y Sur, los valores obtenidos resultan similares.

## 2. Determinación de la concentración de nutrientes presentes de los efluentes mediante análisis.

En base a estos resultados se decidió realizar el muestreo de 5 establecimientos, según 3 grupos: el primero formado por tambos con un puntaje entre 0 y 30, el segundo entre 30 y 50 y el tercer grupo con aquellos de puntaje superior a los 50 puntos. Del primer grupo (n=11), que representa básicamente a aquellos tambos en los que no se realiza tratamiento (riego con crudo) o éste es mínimo e ineficiente, con volcado a cunetas, cuerpos de agua vecinales o potreros, se seleccionaron 2 establecimientos a ser muestreados. Del segundo grupo (n=12), que representa a aquellos tambos que realizan algún tipo de tratamiento, aún cuando éste no sea completamente efectivo, también se seleccionaron 2 tambos. Por último, del grupo de los tambos (n=4) con sistemas de tratamiento más complejos y, supuestamente, más eficaces, se realizó un muestreo compuesto de una muestra del punto de inicio de la primer laguna del tratamiento y del final del tratamiento (última laguna).

Los valores medios de los análisis de los efluentes, agrupados por sistema de tratamiento, se presentan en la Tabla N°7.

**Tabla N°7:** Valores medios de los parámetros evaluados en los efluentes del tambo según el grupo de tratamiento de efluentes

Grupo de Tambo según tratamiento del efluente		ph	Conduc. mS/cm	%MS	N ppm	P total ppm	NH4 ppm
Grupo 1		7,9	3,5	22,6	328,7	69,3	234,4
		7,8	2,8	23,8	230,2	38	214,7
Grupo 2		5,9	2,13	7,6	310,1	60,7	272,8
		7,5	1,73	15,9	150	17,8	306,3
Grupo 3	Inicio laguna tratam.	8,8	3,65	51,5	33,3	340,1	340,1
	Final laguna tratam	7,6	1,22	25,9	30,9	235,1	235,1

Los valores corresponden a valores medios entre las 2 muestras tomadas en cada establecimiento.

Los valores de pH encontrados en este estudio son similares a los encontrados por Nosetti y col. (2002a), ocurriendo lo mismo con la Conductividad Eléctrica, y las concentraciones de nitrógeno y fósforo total, sin embargo se detectaron valores de

amonio superiores a los detectados en dicho estudio. Los valores de nitrógeno y fósforo son similares a los encontrados por Aguirre (1999) tanto para efluentes de corral como de laguna de almacenamiento.

Los valores hallados de N y P total exceden los límites permitidos para vertidos de efluentes líquidos residuales o industriales a curso de agua cuyo límite permisible es menor a 10 mg/L para ambos parámetros. (Herrero, 2009, Charlon y col, 2010, Salazar y col, 2010). Esta práctica estaría limitada por normativas que impiden el vertido de efluentes sin tratamiento (Resoluciones 36/06 (Bs.As.) y 1089/82 (Santa Fe)).

La variabilidad encontrada en los parámetros evaluados puede ser atribuida a la diversidad de situaciones de manejo alimenticio, de uso del agua y de tratamiento de efluentes, llevado a cabo en cada uno de los establecimientos. Resultados similares fueron encontrados por Nosetti y col. (2002b) y por Herrero (2009) cuando compararon en cada establecimiento la calidad del efluente, sin reutilización y con recirculación de circuito de agua. Dicha variabilidad confirma que los efluentes deberán ser analizados antes de poder utilizar los mismos, ya que cada situación corresponde a una mezcla compleja.

#### **4. Establecer el potencial fertilizante de los efluentes**

Diversos autores han determinado cuales son los niveles de extracción de nutrientes por diferentes cultivos anuales. Para este estudio se consideraron aquellos cultivos más comúnmente utilizados en los tambos encuestados. La tabla 8 muestra los requerimientos de nutrientes de diversas gramíneas anuales, lo cual brinda una estimación de la cantidad de N y P que deberían ser aplicados a fin de evitar tanto aplicaciones deficientes como excesivas de algún nutriente.

En base a dicho requerimientos, se calculó la proporción promedio, tanto de N como de P, que era suministrada por medio de fertilizantes comerciales por parte de los productores encuestados. En la tabla N°9 se presentan los valores medios de los aportes por fertilizantes (N-P) por parte de los productores, en los principales cultivos anuales utilizados en los establecimientos encuestados.

**Tabla N°8:** Requerimientos expresados en kilos de N y P por tonelada de Materia Seca (kg/tn MS) de algunas especies forrajeras anuales (Adaptado de: García y col, 2002)

ESPECIE	NITRÓGENO	FÓSFORO
Raigrás ( <i>Lolium</i> sp.)	20 – 35	2,4 – 3,7
Avena ( <i>Avena sativa</i> )	30	5
Trigo ( <i>Triticum aestivum</i> )	30	5
Sorgo forrajero ( <i>Sorghum</i> sp.)	8	3
Maíz ( <i>Zea mays</i> )	20	4
Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> )	26,3	4

**Tabla N° 9:** Valores medios y desvíos estándar de N y P aportados por mediante fertilizantes comerciales, y proporción de los requerimientos que cubren estos fertilizantes, a los principales cultivos forrajeros anuales utilizados en los establecimientos encuestados

Cultivo	N aportado (kg N/ton MS)	Requerimientos N aportado (%)	P aportado (kg P/ton MS)	Requerimientos P aportado (%)
Maíz	3,74±2,17	18,70±10,83	1,98±1,08	49,62±27,10
Avena	6,77±3,46	22,74±11,47	3,23±2,24	67,53±48,57
Raigrás	5,88±3,97	29,13±6,40	3,14±2,34	96,80±55,53
Sorgo	1,95±1,87	24,38±23,39	1,46±0,97	48,51±32,45

Estos resultados muestran que, en general, los fertilizantes utilizados no aportan la totalidad de N y P que necesitan los cultivos. Los efluentes depositados en el sector de ordeño podrían entonces ser utilizados para cubrir dichos requerimientos. Por otro lado, se determinó que es poco habitual entre los productores la práctica de realizar un muestreo de suelos previo a la aplicación de fertilizantes, con el fin de considerar cual es la necesidad real de nutrientes a aplicar. La utilización de los efluentes como fertilizantes sino por el contrario, esta práctica será de un requisito para poder utilizarlos correctamente. A esta práctica se le sumará la necesidad de realizar análisis periódicos de los efluentes a ser utilizados, dado que su calidad es variable en función de alimentación animal, sistemas de tratamiento y manejo de los mismos previa a y después de su aplicación

En el caso de comparar la cantidad de N y P depositados en el sector de la instalación de ordeño con el aporte por fertilizantes comerciales, en primera instancia se deberá convertir el valor de N a un equivalente de Urea. La cantidad de N se

multiplica entonces por el factor= 0,46 (en base a la composición química de la urea). Una vez obtenido dicho valor, que corresponderá al valor total de N, se deberá considerar el porcentaje de dicho N que se encontrara disponible para las plantas el primer año, tomando en consideración la tasa de mineralización estimada para los efluentes de tambo, según su composición, porcentaje de materia seca y tratamiento previo. Lo mismo se aplica al P, pero considerando como base la composición del Superfosfato simple (0,20).

En este trabajo se toma el valor total de la disponibilidad del N depositado en excretas en los distintos sectores, sin embargo habrá una sobrestimación de la cantidad disponible, para cada establecimiento. Esto se debe a que en los distintos establecimientos hay distintos tipos de manejo de efluentes que influyen en pérdidas de N al ambiente y por ello, en el ajuste que deberá realizarse en cada uno de los predios, será específico para el mismo. En cada caso se deberá ajustar según el sistema de tratamiento, el periodo de permeancia de los efluentes en los mismos y a los métodos de aplicación y al tiempo transcurrido entre el momento de aplicación y su incorporación al suelo si lo hubiese, entre otros aspectos.

Para realizar dichos ajustes se deberán contemplar los distintos factores que afectan a la volatilización de amoniaco y de oxido nitroso. Dichos ajustes optimizaran la utilización de los efluentes como fertilizantes, para maximizar sus beneficios, pero minimizando su impacto negativo. Un cálculo inadecuado, al momento de la aplicación, de las emisiones gaseosas generaran perdidas de nitrógeno disponible para las plantas y reducciones en la relación N:P, lo cual podría traer aparejado una acumulación de P en suelo (Bhandral y col., 2007).

### **Disponibilidad de N y P calculado a partir de los balances**

Como se pudo observar en el punto 2 del presente trabajo, la estimación de la cantidad de N y P depositada en diferentes sectores del predio (corrales de ordeño y/o pistas de alimentación) que pueden ser utilizados como fertilizantes, se puede calcular a partir de los balances para el rodeo de ordeño (BRO) en función de los tiempos de permanencia en cada sector. También fue planteada la cantidad de factores de manejo del estiércol y efluentes que afectan la pérdida de N al ambiente por

volatilización. Otra cuestión, y que será abordada en este punto, es la disponibilidad para las plantas del nitrógeno y fósforo contenido en estos residuos.

Los cálculos del nitrógeno disponible para las plantas (PAN-Plant Available Nitrogen) se basan en la presencia de N-amoniaco disponible en el efluente y en la mineralización esperada para el primer año del N orgánico, dependiendo principalmente de factores de mineralización establecidos para distintos porcentajes de Materia Seca del efluente o compost. En el caso del P se considera que el 85% del P total contenido en el efluente estará disponible para las plantas (PAP-Plant Available Phosphorus) dentro del primer año, mientras que en el caso del compost, la disponibilidad será del 73% del P total. Los resultados, considerando dichos % de mineralización, para los efluentes disponibles en los tambos evaluados y equiparados a los equivalentes de urea y superfosfato, que estarían disponibles dentro del sector de ordeño para su reutilización en cultivos forrajeros, se presentan en la tabla N°12.

**Tabla N° 10:** Mediana y primer y tercer cuartil de los Equivalentes en Urea del nitrógeno o Superfosfato del fósforo acumulado en las instalaciones de ordeño con capacidad de ser reutilizados, expresados en ton/año de N y P disponibles para las plantas dentro del primer año, adecuando la disponibilidad de los nutrientes según la forma en que dicho efluente esté disponible

	Equivalente Urea (ton PAN /año)			Equivalente SP ton PAP/año	
	Efluente o estiércol		compost	Efluente o estiércol	compost
	<5% MS	≥5% MS			
Mediana	10,19	4,85	1,62	0,23	0,19
Q25-Q75	(6,65-31,51)	(3,27-15,50)	(1,09-5,17)	(0,12-0,47)	(0,10-0,40)

Al comparar la cantidad de nitrógeno aportado por la totalidad de los fertilizantes utilizados en cada establecimiento para los cultivos forrajeros anuales, con la cantidad de PAN depositado en la instalación de ordeño se determinó que los efluentes aportarían, en promedio, un 211% de lo que aplican los productores a sus cultivos forrajeros anuales por medio de fertilizantes comerciales. Sin embargo, cabe destacar que en dos establecimientos, con los nutrientes que estarían disponibles en los efluentes, no se podría reemplazar completamente lo que se utiliza por vía de fertilizantes comerciales. Mientras que en otros dos casos, la cantidad de fertilizantes utilizadas es muy baja y se suma a la prolongada permanencia de los animales en estos sectores de concentración. En estos predios los nutrientes depositados en el

sector de ordeño superan ampliamente a los nutrientes que ingresan al predio como fertilizantes de los cultivos forrajeros anuales (valores superiores al 400%). En el caso del PAP, el P disponible en el sector de ordeño no alcanza para cubrir la totalidad del P aportado por los fertilizantes comerciales en el 74% de los establecimientos, en los restantes, lo supera ampliamente debido al escaso aporte que realizan dichos productores de este nutriente.

**Tabla N° 11:** Mediana y primer y tercer cuartil del aporte posible de PAN y PAP, expresado en porcentaje, depositado en la instalación de ordeño del fertilizante utilizado en los establecimientos, para todos los cultivos forrajeros anuales utilizados, diferenciando la disponibilidad de los nutrientes según la forma en que el efluente sea aportado

	% aportable de N			% aportable de P	
	Efluente o estiércol		Compost	Efluente o estiércol	compost
	<5% MS	≥5% MS			
Mediana	175,87	159,38	126,41	56,49	48,52
Q25-Q75	105,34-243,93	95,46-221,06	75,71-175,33	27,50-94,93	23,62-81,53

A modo de ejemplo y para evaluar la aplicabilidad de nutrientes depositados en el sector de ordeño para fertilizar cultivos anuales, se tomó en consideración el cultivo de maíz para silaje. Este cultivo fue considerado por su mayor utilización en las cadenas forrajeras de los tambos, con el objetivo de aumentar la carga animal en una menor superficie ganadera en los establecimientos por la competencia con los cultivos agrícolas. La presión con la cual se enfrentan los productores lecheros los enfrenta con la necesidad de aumentar la producción de materia seca por hectárea, y generar reservas, a fin de aumentar su competitividad, y el maíz es un cultivo que cumple con dichos requisitos. Para este ejemplo, los nutrientes promedio disponibles en el sector de ordeño permitirían fertilizar 37,9 hectáreas de maíz, con rendimiento promedio para las cuencas (13.000 kg MS/ha), al aplicar mediante inyección un efluente con menos del 5% MS. Esta superficie representa al 78,4% de la superficie promedio con maíz (48 ha) en los establecimientos entrevistados. En la tabla N° 14 se muestran la cantidad de hectáreas que podrían ser fertilizadas con efluentes, estiércol o compost, considerando los valores de PAN Y PAP.

Los resultados muestran que para este caso, las hectáreas fertilizables en base a nitrógeno son mayores a las fertilizables en base a fósforo. Para estos casos, sería conveniente suplementar este nutriente a través de algún fertilizante comercial a fin de

cubrir dichos requerimientos y de esta manera evitar que la planta los cubra utilizando reservas del suelo o reduciendo los rindes. Sin embargo, si por el contrario, se estuviese fertilizando a en base a fósforo, el nitrógeno se estaría aplicando en exceso y esto podría traer problemas, como toxicidad por amonio o contaminación ambiental como en el caso de lixiviación de nitratos hacia las napas subterráneas. La situación contraria también es factible, cuando los residuos poseen gran cantidad de fósforo en relación al nitrógeno.

**Tabla N° 12:** Cantidad de hectáreas de maíz, para silaje, que podrían fertilizarse mediante la utilización de los nutrientes disponibles en el sector de ordeño, considerando un rendimiento promedio de 13000 kg MS/ha

	Hectáreas según PAN			Hectáreas según PAP	
	Efluente o estiércol		compost	Efluente o estiércol	compost
	<5% MS	≥5% MS			
Mediana	37,87	18,38	8,79	4,52	3,89
Q25-Q75	17,95-114,02	9,79-56,11	5,59-22,90	2,82-9,03	2,43-7,76

Finalmente, se indican los equivalentes de urea y superfosfato que están disponibles en el estiércol que se acumula en las pistas de alimentación se presentan en la tabla N°15. Si bien se observa que hay una disponibilidad importante tanto de N como de P se debe tener en cuenta que las pistas de alimentación generalmente son de tierra y los nutrientes depositados en las mismas no estarían disponibles para ser reutilizados actualmente, pero tienen el potencial de ser reutilizados si se implementasen pisos de cemento o compactados de forma tal que permitan la recolección de aquellos efluentes que se depositan en las mismas.

**Tabla N° 13:** Mediana y primer y tercer cuartil de los Equivalentes en Urea del nitrógeno o Superfosfato del fósforo acumulado en las pistas de alimentación con potencial de ser reutilizados, expresados en ton/año de N y P disponibles para las plantas dentro del primer año

	% aportable de N			% aportable de P	
	Efluente o estiércol		compost	Efluente o estiércol	compost
	<5% MS	≥5% MS			
Mediana	2,65	1,31	0,44	0,03	0,02
Q25-Q75	(0-10,35)	(0-5,09)	(0-1,70)	(0-0,19)	(0-0,16)



Otra propuesta, en el caso de no poder implementarse las estrategias antes citadas, sería realizar una rotación de potreros en los cuales se realiza la suplementación. Para este caso se deberá tomar en consideración los requerimientos de los cultivos que ocuparán posteriormente dicho potrero, y lo excretado por animal por día, calculado a partir de los balances de rodeos (BRO) y del tiempo de permanencia (hs/día). Esto permitirá determinar la cantidad de días que deberán permanecer los animales en dicho potrero para lograr, el nivel de fertilización deseado.

La utilización de los nutrientes depositados en las pistas de alimentación será cada vez más importante como práctica de manejo, en la medida que se aumente la intensificación de los sistemas lecheros. Esta intensificación implicará mayores niveles de suplementación y por ende, mayor tiempo de permanencia de los animales en estos sectores.

## **5. Generar una herramienta de cálculo que facilite la utilización de estos fertilizantes orgánicos**

A fin de poder estimar, tanto los balances de predio como los balances de rodeo de ordeño, se generó una herramienta de cálculo, bajo formato de planilla Excel (Microsoft®) (Figura 6). Se definieron los siguientes requisitos para su diseño: a) que la misma debería reunir información fácilmente disponible en los predios, b) que debería, además, ser fácil de utilizar por los asesores, y c) que con la información requerida se pudiese adaptar fácilmente a nuevas situaciones (por ejemplo cálculos mensuales o a nivel de potrero). Esta herramienta, además, debería proporcionar la información resultante al asesor de manera sencilla y amigable.

Mediante la implementación de dicha planilla de cálculo se pudieron analizar los datos de los establecimientos, compararlos entre sí y con los modelos de excreción descriptos.

Por otro lado para facilitar los cálculos de la cantidad de efluente o estiércol a aplicar como fertilizante, teniendo en consideración su composición y la dosis, en base a N, que se requiere aplicar al cultivo, se diseñó otra planilla en formato Excel (Microsoft®) (Figura 8). Para lograr este objetivo fue necesario incluir cálculos de mineralización del estiércol, considerando mineralizaciones esperadas para el año en curso y mineralizaciones provenientes de efluentes aplicados en años anteriores. Su vez, se tomo en cuenta el nivel de volatilización de amoníaco esperado según el sistema y modo de aplicación.

Planilla base doble.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Balance de Nitrogeno y Fosforo</b>					
2	Establecimiento			Localidad		
3	Superficie					
4						
5	<b>Egresos N</b>					
6						
7	Egreso Granos	sup act	prod/ha	Egreso N	Egreso P	
8				0,00	0,00	gr/ha
9				0,00	0,00	gr/ha
10				0,00	0,00	gr/ha
11				0,00	0,00	gr/ha
12				0,00	0,00	gr/ha
13	Egresos producción lechera	sup act	prod/ha	Egreso N	Egreso P	
14	Leche			0,00	0,00	gr/ha
15						
16	Egreso de Animales	Cantidad	peso prom	Egreso N	Egreso P	
17	Terneros ♂			0,00	0,00	gr/ha
18	Novillos			0,00	0,00	gr/ha
19	Temera ♀ a recría en otro campo			0,00	0,00	gr/ha
20	Vaca descarte			0,00	0,00	gr/ha
21	Vaq			0,00	0,00	gr/ha
22	Toros			0,00	0,00	gr/ha
23						
24				Egreso N	Egreso P	
25	Total			0,00	0,00	gr/ha
26						

Planilla base doble.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
28										
29	<b>Ingresos N</b>									
30										
31	Precipitaciones	mm año			0	kg N totales/ha				
32										
33	<b>Entrada de Animales</b>									
34		Cantidad	peso	Ingreso N	Ingreso P					
35	Vaq reposicion (entrada al campo)			0,00	0,00	gr/ha				
36	Vaca reposición			0,00	0,00	gr/ha				
37	Temeras recría			0,00	0,00	gr/ha				
38	Terneros engorde			0,00	0,00	gr/ha				
39	Toros			0,00	0,00	gr/ha				
40	Total Ingreso Animales			0,00	0,00					
41										
42										
43	<b>Fertilizantes</b>									
44	Tipo	% N	Dosis	Ha fertilizadas	N aportado	% P	P aportado			
45					0		0			
46					0		0			
47					0		0			
48					0		0			
49					0		0			
50					0		0			
51					0		0			
52					0		0			
53					0		0			
54					0		0			
55					0		0			
56					0		0			
57					0		0			
58					0		0			
59					0		0			
60					0		0			
61					0		0			
62					0		0			
63					0		0			
64					0		0			
65	<b>Alimentos</b>									
66	Tipo	N gr/kg	kg	N aportado	P gr/kg	P aportado				
67				0,00		0,00				
68				0,00		0,00				
69				0,00		0,00				
70				0,00		0,00				
71				0,00		0,00				
72				0,00		0,00				
73				0,00		0,00				
74				0,00		0,00				
75				0,00		0,00				
76				0,00		0,00				
77				0,00		0,00				
78				0,00		0,00				
79				0,00		0,00				
80				0,00		0,00				
81				0,00		0,00				
82				0,00		0,00				
83				0,00		0,00				
84				0,00		0,00				
85				0,00		0,00				
86				0,00		0,00				
87				0,00		0,00				
88				0,00		0,00				
89				0,00		0,00				
90				0,00		0,00				
91				0,00		0,00				
92				0,00		0,00				
93				0,00		0,00				
94				0,00		0,00				
95				0,00		0,00				
96				0,00		0,00				
97				0,00		0,00				
98				0,00		0,00				
99				0,00		0,00				
100				0,00		0,00				
101				0,00		0,00				
102				0,00		0,00				
103				0,00		0,00				
104				0,00		0,00				
105				0,00		0,00				
106				0,00		0,00				
107				0,00		0,00				

Planilla base doble.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
65	<b>Alimentos</b>									
66	Tipo	N gr/kg	kg	N aportado	P gr/kg	P aportado				
67				0,00		0,00				
68				0,00		0,00				
69				0,00		0,00				
70				0,00		0,00				
71				0,00		0,00				
72				0,00		0,00				
73				0,00		0,00				
74				0,00		0,00				
75				0,00		0,00				
76				0,00		0,00				
77				0,00		0,00				
78				0,00		0,00				
79				0,00		0,00				
80				0,00		0,00				
81				0,00		0,00				
82				0,00		0,00				
83				0,00		0,00				
84				0,00		0,00				
85				0,00		0,00				
86				0,00		0,00				
87				0,00		0,00				
88				0,00		0,00				
89				0,00		0,00				
90				0,00		0,00				
91				0,00		0,00				
92				0,00		0,00				
93				0,00		0,00				
94				0,00		0,00				
95				0,00		0,00				
96				0,00		0,00				
97				0,00		0,00				
98				0,00		0,00				
99				0,00		0,00				
100				0,00		0,00				
101				0,00		0,00				
102				0,00		0,00				
103				0,00		0,00				
104				0,00		0,00				
105				0,00		0,00				
106				0,00		0,00				
107				0,00		0,00				

Planilla base doble.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
65	<b>Alimentos</b>									
66	Tipo	N gr/kg	kg	N aportado	P gr/kg	P aportado				
67				0,00		0,00				
68				0,00		0,00				
69				0,00		0,00				
70				0,00		0,00				
71				0,00		0,00				
72				0,00		0,00				
73				0,00		0,00				
74				0,00		0,00				
75				0,00		0,00				
76				0,00		0,00				
77				0,00		0,00				
78				0,00		0,00				
79				0,00		0,00				
80				0,00		0,00				
81				0,00		0,00				
82				0,00		0,00				
83				0,00		0,00				
84				0,00		0,00				
85				0,00		0,00				
86				0,00		0,00				
87				0,00		0,00				
88				0,00		0,00				
89				0,00		0,00				
90				0,00		0,00				
91				0,00		0,00				
92				0,00		0,00				
93				0,00		0,00				
94				0,00		0,00				
95				0,00		0,00				
96				0,00		0,00				
97				0,00		0,00				
98				0,00		0,00				
99				0,00		0,00				
100				0,00		0,00				
101				0,00		0,00				
102				0,00		0,00				
103				0,00		0,00				
104				0,00		0,00				
105				0,00		0,00				
106				0,00		0,00				
107				0,00		0,00				

Planilla base doble.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
65	<b>Alimentos</b>									
66	Tipo	N gr/kg	kg	N aportado	P gr/kg	P aportado				
67				0,00		0,00				
68				0,00		0,00				
69				0,00		0,00				
70				0,00						

Planilla base doble.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel non-commercial use

Balance de Nitrogeno y fosforo de Rodeo de ordeño									
1									
2	Establecimiento	0	Localidad	0					
3	Superficie Total	0	Sup Tambo		Sup Corrales				
4		VO			Sup Ordeño				
5		Horas ordeño			l/vc/dia				
6		Encierro		hs					
7									
8									
9	Egresos N								
10									
11									
12		Leche	4,95	Egreso N	P	Egreso P			
13		Carne bovina	27	0,00	0,86	0,00	gr totales		
14		Total	0,00	0,00	43,1	0,00	gr totales		
15		Producción de prod total							
16		Leche							
17		Carne bovina		0					
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25	Alimentos								
26									
27	Tipo	kg/animal/dia	N gr/kg	kg	N aportado	P gr/kg	P aportado	N g/animal	P g/animal
28	0				0		0		
29	0				0		0		
30	0				0		0		
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39	RECURSOS FORRAJERO RODEO ORDEÑO							PROD	EFICIENCIA DE COSECHA CALCULADA HA
40				0	0		0		
41				0	0		0		
42				0	0		0		
43				0	0		0		
44				0	0		0		
45				0	0		0		
46				0	0		0		
47				0	0		0		
48	kg/animal/dia	Ingreso N Alim	0	kg N totales					
49	kg suplemento/animal/dia	Ingreso P Alim	0	kg P totales					
50									
51		Ingreso total	0	kg N totales	Ingreso total	0	kg P totales		
52		Egreso Total	0	kg N totales	Egreso Total	0	kg P totales		
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59		Balance en kg N area tambo/año	0,00		Balance en kg P area tambo/año	0,00			
60		Balance en kg N area no tambo/año	0,00		Balance en kg P area no tambo/año	0,00			
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68		Balance en kg N area laguna/año	0,00		Balance en kg P area laguna/año	0,00			
69		Balance en kg N area corrales/año	0,00		Balance en kg P area corrales/año	0,00			
70		Balance en kg N area potreros/año	0,00		Balance en kg P area potreros/año	0,00			
71									
72		Balance en kg N total/año	0,00		Balance en kg P totales/año	0			
73									
74		Kg N excretado proporcional por hora activa	0,00		Kg P excretado proporcional por hora activa	0,00			
75									

**Figura 7:** Capturas de la planilla para el cálculo de Balance de Rodeo de ordeño

Estas estimaciones permiten además, obtener información aproximada de la cantidad de nitrógeno o fosforo remanente en un potrero tras la aplicación de uno o más años de efluentes, según las dosis aplicadas cada vez, tipos de excretas (liquido, semisólido, solido o compost) y diferentes sistemas de aplicación (incorporados, semi-incorporados o en superficie).

pan tesina.xlsx - Microsoft Excel non-commercial use							
	A	B	C	D	E	F	G
1		Dosis N deseada	tipo de residuo org usado	Tiempo hasta incorporac	%MS	% Nitrogeno total	% Amoniaco
2	año aplicación	100	Compost maduro	Hasta 2 días despues	10	2,6	1
3	Dosis aplicadas en años previos						
4	1° año post-aplic		Ninguno				
5	2° año post-aplic		Ninguno				
6	3° año post-aplic		Ninguno				
7	4° año post-aplic		Ninguno				
8	5° año post-aplic		Ninguno				
9	6° año post-aplic		Ninguno				
10	7° año post-aplic		Ninguno				
11	8° año post-aplic		Ninguno				
12	9° año post-aplic		Ninguno				
13							
14							
15							
16	Ton de totales MS a aplicar/ha			8,62			
17	Kg aprox de N provenientes de fertilizaciones previas			0,00			
18							
19							
20							
21							
22							

	Dosis N deseada	tipo de residuo org usado	Tiempo hasta incorporac	%MS	% Nitrogeno total	% Amoniaco
año aplicación	100	Compost maduro	Hasta 2 días despues	10	2,6	1
Dosis aplicadas en						
1° año post-aplic		Effluente liquido hasta 1%MS				
2° año post-aplic		Effluente diluido entre 1 y 5%MS				
3° año post-aplic		Effluente espeso entre 5 y 10%MS				
4° año post-aplic		Effluente con más de 10%MS				
5° año post-aplic		Effluente tambo del separador (>10%MS)				
6° año post-aplic		Compost maduro				
7° año post-aplic		Ninguno				
8° año post-aplic		Ninguno				
9° año post-aplic		Ninguno				

	A	B	C	D	E	F	G
1		Dosis N deseada	tipo de residuo org usado	Tiempo hasta incorporac	%MS	% Nitrogeno total	% Amoniaco
2	año aplicación	100	Compost maduro	Hasta 2 días despues	10	2,6	1
3	Dosis aplicadas en años previos						
4	1° año post-aplic		Ninguno	Injectado (<1hora)			
5	2° año post-aplic		Ninguno	Hasta 1 día despues			
6	3° año post-aplic		Ninguno	Hasta 2 días despues			
7	4° año post-aplic		Ninguno	Hasta 3 días despues			
8	5° año post-aplic		Ninguno	Mas de 3 días despues			
9	6° año post-aplic		Ninguno				
10	7° año post-aplic		Ninguno				
11	8° año post-aplic		Ninguno				
12	9° año post-aplic		Ninguno				

**Figura 8:** Capturas de la planilla para el cálculo de la cantidad de efluente o estiércol a aplicar como fertilizante

## Conclusiones

Las principales conclusiones que surgen de los resultados de este trabajo son:

### Situación actual de los predios

- Los establecimientos encuestados presentan gran variabilidad en relación a superficie de predio, cantidad de vacas en ordeño y totales y nivel productivo de las mismas, lo cual indica que los mismos representan a la amplia gama de establecimientos lecheros existentes en las tres cuencas seleccionadas. El nivel de suplementación utilizado en los mismos es un indicador de que son, en mayor o menor medida, tambos pastoriles con suplementación.

- En promedio, el balance predial de nitrógeno fue de  $121,5 \pm 71,8$  kg N/ha/año, con valores similares a los hallados en diversos países Europeos, donde se están implementando estos sistemas de contabilización de nutrientes para evaluar problemas ambientales.
- En promedio, el balance predial de fósforo fue de  $18,3 \pm 11,5$  kg P/ha/año, con valores similares a los encontrados en otros estudios, si bien en éstos últimos fue determinada una mayor cantidad de valores negativos que, de persistir a largo plazo, indicarán problemas graves de degradación de los suelos.

### **Transferencia de nutrientes**

- La correlación entre los balances anuales del rodeo de ordeño (BRO), tanto de nitrógeno como de fósforo, con otros métodos de cálculo de la excreción de estos nutrientes, indica que la misma puede ser una herramienta adecuada para medir la excreción del rodeo de ordeño.
- La incidencia de los distintos tipos de alimentos que se utilizan para el cálculo del BRO, evaluados por medio de correlación cada uno de ellos y el resultado final BRO, permitió individualizar aquellas estrategias de manejo que tendrían mayor impacto sobre los nutrientes excretados.
- El componente forrajero, tanto en BRO-N como en BRO-P, no puede ser menospreciado, especialmente debido a su alta variabilidad, debido a los cambios en la composición y calidad forrajera según las consociaciones forrajeras de pasturas, concentración de nutrientes presentes en las distintas especies, momento de ciclo de las mismas e incluso en distinto cortes a lo largo del año.
- A partir del BRO se pudo establecer la transferencia hacia los distintos sectores del campo, teniendo en cuenta el tiempo de permanencia del rodeo de ordeño en cada sector. Por medio de estos cálculos, se estableció que del total del N y el P excretado por año, el  $28,8\% \pm 10,6\%$  se deposita en el sector de ordeño, mientras que un  $12,7\% \pm 14,7\%$  lo hará en las pistas de alimentación.

### **Sistema de tratamiento de efluentes**

- Los sistemas de tratamiento de efluentes, de existir, son muy heterogéneos.

- El 59% contaba con al menos una laguna de efluentes, muchas veces producto de la construcción de la instalación de ordeño, pero que no siempre funcionaba correctamente.
- Un 17% de los productores hace un reuso directo del efluente crudo, pero sin contabilizar nutrientes presentes en los mismos o evaluar sus condiciones higiénico-sanitarias. Un 24% lo desecha también como crudo, ya sea hacia potreros en desuso, cunetas, cuerpos de aguas (propios o compartidos), con las implicancias ambientales, higiénico-sanitarias y para la salud pública que estas últimas prácticas traen aparejadas. Cabe aclarar que todas estas prácticas no están permitidas en países de la Unión Europea, Estados Unidos o Nueva Zelandia y Australia, en las cuales las reglamentaciones para el uso y vertido exigen controles de calidad de estos efluentes.

### **Concentración de nutrientes presentes de los efluentes**

- La calidad de los efluentes fue muy variable, y resulto similar a lo hallado por otros autores.
- Se confirmó la necesidad de realizar análisis previos en caso de querer utilizar los mismos como fertilizantes orgánicos.

### **Potencial fertilizante de los efluentes**

- Los métodos de aplicación, las condiciones del suelo, la temperatura ambiente inciden de manera marcada en la volatilización del N-amoniacal, restando nutrientes a la disponibilidad total.
- La cantidad promedio de nitrógeno disponible para las plantas (PAN-Plant Available Nitrogen) depositado en la instalación de ordeño aportaran en promedio, un 211% de lo que aplican los productores entrevistados a sus cultivos forrajeros anuales por medio de fertilizantes comerciales.
- La cantidad de fósforo disponible para las plantas (PAP-Plant Available Phosphorus) depositado en la instalación de ordeño aporta alrededor del 56,5% de lo que aplican los productores entrevistados a sus cultivos forrajeros anuales por medio de fertilizantes comerciales.
- Las dosis de los fertilizantes comerciales utilizadas por los productores no aportan la totalidad de N y P que requieren los cultivos.

- En el 92,6% de los predios encuestados, los nutrientes depositados en el sector de ordeño permite reemplazar aquellos provistos por los fertilizantes comerciales a los cultivos forrajeros anuales.
- Los nutrientes disponibles en el sector de ordeño permiten, en el mejor de los casos, fertilizar 37,9 hectáreas de maíz, con rendimiento promedio para las cuencas (13.000 kg MS/ha). Esta superficie representa al 78,4% de la superficie promedio con maíz (48 ha) en los establecimientos entrevistados.
- Lo depositado en las pistas de alimentación no se encuentra, actualmente, en condiciones de ser reutilizado, debido a la imposibilidad de poder recolectarse. Estos nutrientes tienen el potencial de ser reutilizados dentro del mismo predio si se construyesen pistas con piso de cemento, o se realizase un correcto compactado de las existentes, o mediante rotación de comederos móviles en potreros.
- Es importante tener en cuenta que la solución a las cuestiones planteadas en este trabajo se pueden resolver en el mismo lugar donde se produce el problema y con una amplia variedad de tecnologías disponibles adaptables a todos los tipos de sistemas productivos.

## **Recomendaciones**

Las principales recomendaciones que surgen de este trabajo se pueden resumir en:

- Implementar, en los establecimientos lecheros, el cálculo de los balances anuales, tanto prediales como de ordeño, para evaluar el status de nutrientes en los predios y cuantificar sus transferencias.
- Estas herramientas, permiten evaluar el impacto de determinadas prácticas implementadas o a implementarse. También facilitan la posibilidad de vislumbrar posibles problemas de manejo que pongan en riesgo la sustentabilidad de los sistemas de producción, tanto por degradación por falta de reposición o por acumulación en exceso en sectores determinados.
- Este estudio muestra como la variabilidad en la calidad de los recursos forrajeros afecta al balance. Por esta razón se debe insistir a los productores a

prestar mayor atención a la cuantificación de la cantidad de forraje ingerido por los animales y evaluar la calidad nutricional de los recursos de sus cadenas forrajeras. Esto permite un mayor ajuste de la ración provista a los animales, y por ende optimizar sus costos.

- Como pudo observarse la utilización de los nutrientes que permanecen en el estiércol y efluentes acumulados en las instalaciones, pueden reemplazar parcial o totalmente a los fertilizantes comerciales. Esta práctica permite reducir los gastos en la compra de insumos.
- Si bien no se ha evaluado en este trabajo, se pueden mencionar otros beneficios de la aplicación de estiércol y efluentes sobre el suelo. Se debe tener en cuenta que en definitiva son una enmienda orgánica y por lo tanto aportarán también al suelo materia orgánica y otros nutrientes que no serían aportados por los fertilizantes comerciales.
- Por otro lado, el productor puede generar ingresos adicionales al realizar el compostaje de estos residuos. Esto puede generar una reducción de excedentes por exportación de nutrientes al vender el mismo.
- Es importante destacar que la decisión de comenzar a reutilizar estos residuos por parte de los productores, requiere mayor costo de análisis tanto de suelos como de efluentes, a fin de ajustar las dosis de aplicación.
- La implementación de este sistema le brinda a los productores la oportunidad de producir leche que preserve la calidad del ambiente.

En síntesis, la implementación de prácticas de manejo que sean amigables con el ambiente representa un desafío para la producción animal. Los cálculos de los balances de nutrientes le permiten al productor: visualizar todos los elementos que componen desde una perspectiva diferente; tomar de conciencia de algunos aspectos del sistema productivo hasta el momento ignorados; optimizar algunos componentes de su sistema productivo; cumplimentar con las exigencias del mercado y de los consumidores; mejorar su competitividad al alcanzar mayores precios en la venta de sus productos y reducir riesgos ambientales de contaminación, que impactan negativamente en la sustentabilidad del sistema productivo mismo.



## Bibliografía

1. Agnusdei, M.G., Colabelli, M.R., Fernández Grecco, R.C. (2001) Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudeste bonaerense - INTA EEA Balcarce – Boletín Técnico 152:1-17.
2. Aguirre, G. 1999. Manejo de los efluentes de tambo. Revista Medicina Veterinaria, 80(5):414-416.
3. American Public Health Association, (1998). Standard Methods For Water And Wastewater.19ª Edición. Washington DC, USA.
4. American Society of Agriculture Engineers (ASAE). 2001. Manure production and characteristics. ASAE Standards D384.1. SAE, St. Joseph, MI.
5. Arave, C.W., Bolinger, D., Shipka, M.P., Albright, J.L. (1996) Effect of extended lock-up of lactating cows on milk production, feed intake and behavior. Journal of Animal Science 74(S1):43.
6. Arriaga, H., Pinto, M., Calsamiglia, S., Merino, P. (2009) Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. Journal of Dairy Science 92(1):204-215
7. Atkinson, D., Watson, C.A. (1996). The environmental impact of intensive systems of animal production in the lowlands- Journal of Animal Science 63:353 - 361.
8. Bacon, S.C., Lanyon, L.E., Schlauder, Jr., R.M. (1990) Plant nutrient flow in the managed pathways of an intensive dairy farm. Agronomy.Journal 82:755–761.
9. Beegle, D.B., Carton, O.T., Bailey, J.S. (2000) Nutrient Management Planning: Justification, Theory, Practice. Journal of Environmental Quality 29:72-79.
10. Berry, N. R., Jewell, P. L., Sutter, F., Edwards, P. J., Kreuzer, M. (2001). Effect of concentrate on nitrogen turnover and excretion of P, K, Na, Ca and Mg in lactating cows rotationally grazed at high altitude. Livestock Production Science 71: 261-275
11. Bhandral, R., Bolan, N.S., Saggar, S. (2010) Nitrous Oxide Emission From Farm Dairy Effluent Application In Grazed Grassland - Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal 10(1):22-34
12. Brownlie, T. G., Henderson, W.C. (1984). A survey of waste management on dairy farms in South-West Scotland. Agricultural Wastes 9(4):267-278
13. Carbó, L., Flores, M.C., Herrero, M.A. (2009) Well site conditions associated with nitrate contamination in a multilayer semiconfined aquifer of Buenos Aires, Argentina Journal of Environmental Geology 57(7):1489-1500.
14. Castillo, A., Kebreab, E., Beever, D.E., Barbi, J.H., Sutton, J.D., Kirby, H.C., France, J. (2001). The effect of energy supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. Journal of Animal Science. 79:240-246.
15. Cerosaletti, P.E., Fox, D.G., Chase, L.E. (2004) Phosphorus reduction through precision feeding of dairy cattle. Journal of Dairy Science 87(7):2314-23.
16. Charlon, V., Gaggiotti, M., Cuatrin, A. (2010) Caracterización del estiércol producido por vacas lecheras. Comunicación – Revista Argentina de Producción Animal 30(S1):150
17. Chmiec, J., Gambuzzi, E.L. (2007) Recientes cambios y posibles rumbos tecnológicos del tambo argentino. Disponible on line (21/07/08): [http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/economia/proyecto\\_lechero\\_tambos\\_argentinos\\_altacalidad.pdf](http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/economia/proyecto_lechero_tambos_argentinos_altacalidad.pdf)
18. Ciampitti, I.A., García, F.O. (2007) Requerimientos Nutricionales Absorción y Extracción de Macronutrientes y Nutrientes secundarios II. Hortalizas, Frutales y Forrajeras - Archivo Agronómico 12:1-4 Informaciones Agronómicas del Cono Sur 37

19. CITAB (2003) Programa "Atlas de la Provincia de Buenos Aires" Partido de Rivadavia Disponible on-line en: <http://www.juanci.com.ar/radioamerica/citab/indice.htm>
20. Cogger, C. G., Bary, A.I., Sullivan, D.M., Myhre, E.A. (2004). Biosolids Processing Effects on First- and Second-Year Available Nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 68:162-167.
21. Cogger, C.G., Sullivan, D.M., Bary, A.I., Kropf J.A. (1998) Matching plant-available nitrogen from biosolids with dryland wheat needs. *Journal of Production Agriculture* 11:41–47
22. Cogger, C.G., Sullivan, D.M. Revised 2007. Worksheet for calculating biosolids application rates in agriculture. PNW 511-E. Disponible en: <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/pnw0511e/pnw0511e.pdf>
23. Cusick, P., Powell, J., Kelling, K., Hensler, R., Muñoz, G. (2006) Dairy manure N mineralization estimates from incubations and litterbags. *Biology and Fertility of Soils* 43(2):145-52.
24. Cuttler, SP (2002) Nutrient budgets as a tool for researchers and farmers - UK Organic Research 2002: Proceedings of the COR Conference, 26-28th March 2002, Aberystwyth, pp. 169-172.
25. Dairying and the Environment Committee (2006) Dairying and the environment (3ª Edición) disponible on-line <http://www.trc.govt.nz/environment/land.htm>
26. Davis, J., Truman, C., Kim, S., Ascough, J., Carlson, K. (2006) Antibiotic transport via run off and soil loss. *Journal of Environmental Quality* 35:2250-2260
27. Díaz Zorita, M. (2001) El ciclo de nutrientes en sistemas pastoriles – En Taller de Manejo de pastoreo – Soporte Informático – Asoc. Arg. De Prod. Anim., Balcarce, Argentina. 17 Pág.
28. Dimijian GG. (2000) Pathogens and parasites: strategies and challenges. *BUMC Proceedings*, 13:19–29
29. Dou, Z., Galligan, D.T., Allshouse, J.D., Toth, C.F., Ramberg, Jr., Ferguson, J.D. (2001) Manure Sampling for Nutrient Analysis: Variability and Sampling Efficacy. *Journal of Environmental Quality* 30: 1432-1437.
30. Dou, Z., Toth, C.F., Galligan, D.T., Ramberg, Jr., Ferguson, J.D. (2000) Laboratory procedures for characterizing manure phosphorus. *Journal of Environmental Quality* 29:508-514.
31. Dou, Z., Lanyon, L.E., Ferguson, J.D., Kohn, R.A., Boston, R.C., Chalupa, W. (1998) An integrated approach to managing nitrogen on dairy farms: Evaluating farm performance using the dairy nitrogen planner. *Agronomy Journal* 90(5): 573-81
32. Eghball, B. (2002). Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen-based manure and compost applications. *Agronomy Journal* 94:128-135.
33. Eghball, B., Ginting, D., Gilley, J.E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal* 96:442-447.
34. Eghball, B., Power, J.F. (1999). Phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications: corn production and soil phosphorus. *Soil Science Society of America Journal* 63:895-901.
35. Eghball, B., Wienhold, B.J., Gilley, J.E., Eigenberg, R.A. (2002). Mineralization of manure nutrients. *Journal of Soil and Water Conservation* 57:470-473.
36. Eghball, B., Wienhold, B.J., Woodbury, B.L., Eigenberg, R.A. (2005). Plant availability of phosphorus in swine slurry and cattle feedlot manure. *Agronomy Journal* 97:542-548.
37. Fanguero, D., Pereira, J., Coutinho, J., Moreira, N., Trindade, H. (2008) NPK farm-gate nutrient balances in dairy farms from Northwest Portugal - *European Journal of Agronomy* 28(4):625-634
38. Faverdin, P., Dulphy, J.P., Coulon, J.B., Vérité, R., Garel, J.P., Rouel, J., Marquis, B. (1991). Substitution of roughage by concentrates for dairy cows *Livestock Production Science* 27(2-3):137-156.

39. Fontanetto, H., Keller, O., García, F., Ciampitti, I. (2008) Fertilización nitrogenada en avena - Informaciones Agronómicas 38(2):25-26. Disponible on-line: [http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/AF72641404A1B17703257457005ADAF0/\\$file/6.pdf](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/AF72641404A1B17703257457005ADAF0/$file/6.pdf)
40. Fulhage, D.C., (2000). Laboratory Analysis of Manure. Environ. Qual. Publication EQ215. Disponible online 20 Agosto 2002: <http://muextension.missouri.edu/explore/envqual/eq0215.htm>.
41. Furness, H. (2003) Nutrient Management and International Markets Environment Southland Fertiliser Seminar – 10 de Noviembre, Winston, Nueva Zelanda.
42. Gale, E.S., Sullivan, D.M., Cogger, C.G., Bary, A.I., Hemphill, D.D., Myhre, E.A. (2006) Estimating Plant-Available Nitrogen Release from Manures, Composts, and Specialty Products. Journal of Environmental Quality 35(6):2321-32.
43. García F.O., Micucci, F., Rubio, G., Ruffo, M., Daverede, I. (2002) Fertilización de forrajes en la región pampeana - Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. INPOFOS Cono Sur, Argentina. 72 Pág.
44. Gilmour, J.T. 1999. Predicting plant available N in land-applied biosolids. Journal of Environmental Quality. 28:1122–1126
45. Gilmour, J.T., Cogger, C.G., Jacobs, L.W., Evanylo, G.K., Sullivan, D.M. (2003) Decomposition and Plant-Available Nitrogen in Biosolids: Laboratory Studies, Field Studies, and Computer Simulation.- Journal of Environmental Quality 32(4):1498-507.
46. Gonda, H. L., Emanuelson, M., Murphy, M. (1996). The effect of roughage to concentrate ratio in the diet on nitrogen and purine metabolism in dairy cows. Animal Feed Science and Technology 64:27-42.
47. Goodlass, G., Halberg, N., Vershuur, G. (2002) Input output accounting systems in the European Community- an appraisal of their usefulness in raising awareness of environmental problems. European Journal of Agronomy 20:17– 24.
48. Haas, G., Deittert, C., Köpke, U. (2007) Farm-gate nutrient balance assessment of organic dairy farms at different intensity levels in Germany. Renewable Agriculture and Food Systems 22(03):223-32.
49. Halberg, N. (1999) Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers Agriculture, Ecosystems and Environment 76(1):17-30
50. Halberg, N., Steen Kristensen, E., Sillebak Kristensen, I. (1995) Nitrogen turnover on organic and conventional mixed farms - Journal of Agricultural and Environmental Ethics 8(1):30-5
51. Hanegraaf, M.C., den Boer, D.J. (2003) Perspectives and limitations of the Dutch minerals accounting system (MINAS). European Journal of Agronomy 20(1-2):25-31.
52. Heichel, G.H., Barnes, D.K. Vance, C.P. Henjum, K.I. (1984) N<sub>2</sub> fixation, and N and dry matter partitioning during a 4-year alfalfa stand. Crop Science 24:811–815.
53. Herrero, M. A. (2006) Origen y procesos de contaminación del agua en el medio rural - Jornada de Nitritos y Nitratos en la Alimentación Humana. (Conferencia) FANUS- Bolsa de cereales. Disponible online 30 Septiembre de 2006: <http://www.fanus.com.ar/06-09-22-Contaminacion-aguas-medio-rural.php>
54. Herrero, M.A. (2009) Uso del agua, manejo de efluentes e impacto ambiental – Memorias JICAL III – APROCAL, 98-130
55. Herrero, M.A., Gil, S.B., Sardi, G.M., Flores, M.C., Carbó, L.I., Orlando, A.A., (2006(a)) Transferencia de nutrientes del área de pastoreo a la de ordeño en tambos semiextensivos en Buenos Aires, Argentina. Revista InVet, 8(1):23-30.
56. Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Carbó, L.I. (2006(b)) Estimación de la fijación simbiótica de nitrógeno mediante diferentes metodologías en tambos pastoriles. 29º Congreso de Producción animal- Mar del Plata 18-20 de Octubre - Revista Argentina de Producción Animal 26(S1):332-333

57. Herrero, M.A., Gil, S.B., Flores, M.C., Sardi, G.M., Orlando, A.A. (2006(c)) Balances de nitrógeno y fósforo a escala predial, en sistemas lecheros pastoriles en Argentina. *INVET* 8(1): 9-21.
58. Herrero, M.A., Orlando, A.A., Burón Alfano, V., Gil, S., Questa, G.J., Flores, M. (2009) Balances de nitrógeno y fósforo en rodeos de ordeño: herramientas para estimar su potencial como fertilizantes - Proc del I Simposio Internacional sobre Administración de Residuos de Animales- Florianópolis, Brasil 11 a 13 de marzo – Vol.2:128-132
59. Herrero, M.A., Thiel, I. (2000) "Water contamination from rural production systems" - Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) soporte informático – UNESCO, Ed. UNESCO – FRANCIA, Paris - p. 35. Disponible on-line 20 de Diciembre 2006, <http://www.eolss.net/E2-24D-toc.aspx>
60. Herrero, MA, Gil, SB. (2008) Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología Austral* 18:273-289
61. Hollmann, M. Knowlton, K.F., Hanigan, M.D. (2008) Evaluation of Solids, Nitrogen, and Phosphorus Excretion Models for Lactating Dairy Cows – *Journal of Dairy Science*. 91:1245-1257
62. Hutchison ML, Walters LD, Moore A, Avery SM. (2005) Declines of zoonotic agents in liquid livestock wastes stored in batches on-farm. – *Journal of Applied Microbiology*. 99(1):58-65.
63. Hutchison, M.L., Walters, L.D., Moore, T., Thomas, D.J.I., Avery, S.M. (2005) Fate of Pathogens Present in Livestock Wastes Spread onto Fescue Plots - *Applied Environmental Microbiology* 71:691-696
64. Instituto de Suelos-INTA. (1989) Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires Province. Escala 1:50000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
65. INTA-RIAP (2004) Zonas agroecológicas - RIAP (Red de información Agroeconómica para la región Pampeana) disponible on-line (consultado: 20/04/05) <http://www.inta.gov.ar/pro/radar/riap/zonasagro.htm>
66. Jjemba, P. (2003) The potential impact of veterinary and human therapeutic agents in manure and biosolids on plants grown on arable land: a review. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 93:267-278.
67. Klausner, S.D. (1993). Mass nutrient balances on dairy farms. In Proc. Cornell Nutrition Conf. for Feed Manufacturers, Rochester, NY. 19–21 Oct. Cornell Univ., Ithaca, NY.
68. Koelsch, R., Lesoing, G. (1999) Nutrient Balance on Nebraska Livestock Confinement Systems - *Journal of Animal Science* 77(2): 63-71
69. Kokkonen, T., Tesfa, A., Tuori, M., Syrjälä-Qvist, L. (2004). Concentrate feeding strategy of dairy cows during transition period. *Livestock Production Science* 86(1):239-251.
70. La Manna, A. (2002) Feeding Strategies and nutrient management of grazing cattle in Uruguay. PhD dissertation. Oklahoma State University
71. La Manna, A., Durán, H. 2008. Balance de nutrientes en tambos, una primera aproximación al proceso de intensificación y su potencial impacto en el ambiente. In: XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú Uruguay
72. León, J.M., Mojica, J.E., Castro, E., Cárdenas, E. A., Pabón, M. L., Carulla, J.E. (2008). Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*) pp. 559-570.
73. Machado, C, Berger, H, Duhalde, J, Di Necio, L. (2003) Variación de la calidad estacional de una pastura base alfalfa y su relación con cambios en composición y estado de madurez- INTA Trabajos Grupo Ganadería - Carpeta de Actualización Técnica. Disponible on-line: 20-06-08 en [http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/ganaderia/carpeta2003/12-Variac\\_past\\_alfalfa37.pdf](http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/ganaderia/carpeta2003/12-Variac_past_alfalfa37.pdf)
74. Mazzanti, A., Marino, M. A., Lattanzi, F., Echeverría, H. E., Andrade, F. 1997 a. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de avena y raigrás anual en el

sudeste bonaerense. Boletín Técnico N°143. SAGPyA, INTA CERBAS EEA INTA Balcarce. ISSN 0522-0548.

75. Chadwick, D.R. (2005). Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: effect of compaction and covering. *Atmospheric Environment* 39:787-799.

76. Sommer, S.G.; Hutchings, N.J. (2001) Ammonia emission from field applied manure and its reduction. Invited paper. *European Journal of Agronomy* 15, 1-15.

77. Meisenger, J.J.; Jokela, W.E. (2000) Ammonia volatilization from Dairy and poultry manure - Managing nutrients and pathogens from animal agriculture (NRAES-130) Natural resource, agriculture and engineering services- 21 pag.

78. Sommer, S.G., Petersen S.O.; Møller, H.B. (2004) Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69(2):143-154

79. Misselbrook, T.H (2005) Ammonia losses from manure - NJF-Seminar 372. Manure - an agronomic and environmental challenge 9-12. ISSN 1653-2015

80. Bhandral, R.; Bolan, N.S.; Saggar, S.; Hedley, M. J. (2007) Nitrogen transformation and nitrous oxide emissions from various types of farm effluents. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 79:193-208

81. Morse Meyer, D., Garnett, I., Guthrie, J.C. (1997) A Survey of Dairy Manure Management Practices in California - *Journal of Dairy Science* 80(8):1841-1845

82. Mt. Pleasant, J., Schlather, K.J. (1994). Incidence of Weed Seed in Cow (*Bos sp.*) Manure and its Importance as a Weed Source for Cropland. *Weed Technology* (8):304-310.

83. Mulligan, F.J., Dillon, P., Callan, J.J., Rath, M., O'Mara, F.P. (2004). Supplementary Concentrate Type Affects Nitrogen Excretion of Grazing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 87, 3451-3460

84. Muñoz, G.R., Kelling, K.A., Powell, J.M., Speth, P.E. (2004) Comparison of Estimates of First-Year Dairy Manure Nitrogen Availability or Recovery Using Nitrogen-15 and Other Techniques. *Journal of Environmental Quality* 33(2):719-27.

85. Muñoz, G.R., Kelling, K.A., Rylant, K.E., Zhu, J. (2008) Field Evaluation of Nitrogen Availability from Fresh and Composted Manure. *Journal of Environmental Quality* 37(3):944-55.

86. Nennich, T.D., Harrison, J.H., VanWieringen, L.M., Meyer, D., Heinrichs, A.J., Weiss, W.P., St-Pierre, N.R., Kincaid, R.L., Davidson, D.L., Block, E. (2005) Prediction of Manure and Nutrient Excretion from Dairy Cattle – *Journal of Dairy Science*. 88:3721-3733

87. Nielsen, A.H., Kristensen, I.S. (2005) Nitrogen and phosphorus surpluses on Danish dairy and pig farms in relation to farm characteristics - *Livestock Production Science*, 96(1):97-107

88. Nosetti, L., Herrero, M. A., Pol, M., Maldonado May, V., Flores, M., Korol, S., Rossi, S., Gemini, V. (2002a) Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros - II. Calidad de efluentes y eficiencia de los procesos de tratamiento - *Revista INVet* 4(1):45-54

89. Nosetti, L., Herrero, M.A., Pol, M., Maldonado May, V., Iramain, S., Flores, M., (2002b) - Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros, parte I. Demanda de agua y manejo de fluentes - *Rev. INVet Investigación Veterinaria* ISSN: 1514-6634 –Vol 4 N°1: 37-43 <http://www.fvet.uba.ar/rectorado/publicaciones/archivos/ant/herrero1.pdf>

90. NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001- Chapter 12 – National Academies Press, 244-248 Disponible on-line: [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=9825&page=244](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=9825&page=244)

91. Oenema, O, Heinen, M (1999) Uncertainties in nutrient budgets due to biases and errors. En: Nutrient disequilibria in agro-ecosystems, concepts and case studies, Eds EMA Smaling O Oenema L Fresco, CAB International Wallingford pp 72-95.

92. Pell, A.L. (1997) Manure and Microbes: Public and Animal Health Problem? *Journal of Dairy Science* 80(10):2673–2681
93. Powell, J. M., Russelle, M.P. (2009) Dairy heifer management impacts manure N collection and cycling through crops in Wisconsin, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 131(3-4):170-77.
94. Resolución 1089/82 – DiPOS –Reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales. Última actualización 14.12.2006
95. Rotz, C. A. (2004). Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of Animal Science*. 82:E119-E137.
96. Ryan, A. (2005) Maximizing Profits by Optimizing Cow Comfort. ABS Global, Inc. BC1-BC3. ABS Global, Inc. Disponible on-line:14-8-0009 [http://usa.absglobal.com/tech\\_serv/resources/u/dairy/02MaximizingCowComfort.pdf](http://usa.absglobal.com/tech_serv/resources/u/dairy/02MaximizingCowComfort.pdf)
97. Sacco, D., Bassanino, M., Grignani, C. (2003) Developing a regional agronomic information system for estimating nutrient balances at a larger scale - *European Journal of Agronomy* 20(1-2):199-210
98. Salazar, F., D Chadwick, B F Pain, D Hatch, E Owen. 2005. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. *Bioresource Technology* 96(2):235-245
99. Salazar, F., Herrero, M.A., Charlón, V., La Manna, A. (2010) Slurry Management In Dairy Grazing Farms In South American Countries - 14° Ramiran International Conference - Treatment And Use Of Organic Residues In Agriculture: Challenges And Opportunities Towards Sustainable Management - Lisboa, Portugal, 12-15 Septiembre 2010 - 4 pag.
100. Sardi, G.M.I., Carbó, L.I., Flores, M., Gil, SB, Herrero, MA. (2007) Wastewater management in milk production, problems associated with the use of water resources in Buenos Aires, Argentina - Environmental Change and Rational Water Use-International Geographical Union for Water Sustainability- Editores: Olga E. Scarpati y J. A. A. Jones. Imprenta: Orientación Gráfica Editora ISBN 978-987-9260-46-3 – 187-194.
101. Schröder JJ, Aarts HFM, ten Berge HFM, van Keulen H, Neeteson JJ. 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* 20:33-44.
102. Simon, J.C., Grignani, C., Jacquet, A., Le Corre, L., Pages, J. (2000) Typologie des bilans d'azote de divers types d'exploitation agricole: recherche d'indicateurs de fonctionnement (Typology of nitrogen balances on a farm scale: research of operating indicators) *Agronomie* 20:175-195
103. Smith, K.A., Brewer, A.J., Crabb, J., Dauven A. (2001) A survey of the production and use of animal manures in England and Wales. III. Cattle manures. *Soil Use and Management* 17:77-87
104. Steinshamn H, Thuen E, Azzarili Bleken M, Brenøe UT, Ekerholt G, Yri C. 2004. Utilization of nitrogen (N) and phosphorus (P) in an organic dairy farming system in Norway. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104:509-522.
105. Steinshamn, H., Höglind, M., Garmo, T. H., Thuen, E., Brenøe, U.T. (2006). Feed nitrogen conversion in lactating dairy cows on pasture as affected by concentrate supplementation. *Animal Feed Science and Technology* 131(1-2):24-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.02.004>
106. St-Pierre, N.R., Thraen, C.S. (1999). Animal Grouping Strategies, Sources of Variation, and Economic Factors Affecting Nutrient Balance on Dairy Farms. *Journal of Animal Science* 77:72-83.
107. Strauch, D. (1991) Survival of pathogenic micro-organisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge - *Revue scientifique et technique* 10(3):813-46.
108. Taminga, S. (1996) A review on environmental Impacts of Nutritional Strategies in ruminants. *Journal of Animal Science* 74:3112-3124.

109. Taverna, M., Charlón, V., Pangatti, C., Castillo A., Serrano, P., Giordano, J. (2004) Manejo de Residuos originados en las instalaciones de ordeño: una contribución al logro de ambientes locales sanos. INTA Rafaela. 75 pag.
110. USEPA. 1995. Process design manual—Land application of sewage sludge and domestic septage. EPA/625/R-95/001. USEPA, Washington, DC. <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r95001/landapp.pdf>
111. Valk, H. (1994) Effects of partial replacement of herbage by maize silage on N utilization and milk production of dairy cows *Livestock Production Science* 40(3):241-250
112. Van Horn, H.H., Wilkie, A.C., Powers, W.J., Nordstedt, R.A. 1994. Components of Dairy Manure Management Systems. *Journal of Dairy Science* 77(7):2008-2030.
113. Viglizzo, E.F., Pordomingo, A.J., Castro, M.G., Lértora, F. (2002). La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa Nacional de Gestión Ambiental Agropecuaria. INTA, pp. 84.
114. Watson, CA y Stockdale, EA (1999) Whole farm nutrient management: What do budgets tell us? En: *Accounting for nutrients: A challenge for grassland farmers in the 21st Century*. ed A.J. Corral, BGS Occasional Symposium 33, British Grassland Society Reading pp 35-40.
115. Weiss, W. P., Wyatt, D.J. (2004) Macromineral Digestion by Lactating Dairy Cows: Estimating Phosphorus Excretion via Manure – *Journal of Dairy Science* 87:2158–2166
116. White, S.L., Sheffield, R.E., Washburn, S.P., King, L.D., Green, J.T., Jr. (2001) Spatial and Time Distribution of Dairy Cattle Excreta in an Intensive Pasture System – *Journal of Environmental Quality* 30:2180-2187
117. Wu, Z., Powell, J.M. (2007). Dairy Manure Type, Application Rate, and Frequency Impact Plants and Soils. *Soil Science Society of America Journal* 71, 1306-1313
118. Yrjönen, S., Kaustell, K., Kangasniemi, R., Sariola, J., Khalili, H. (2003). Effects of concentrate feeding strategy on the performance of dairy cows housed in a free stall barn - *Livestock Production Science* 81(2-3)173-181

# Anexo



## **Instrucciones para completar la Encuesta**

Les estamos adjuntando la encuesta necesaria para conocer aspectos productivos, de elección y manejo de insumos y datos básicos sobre la zona geográfica donde se encuentra el establecimiento. Esos datos son importantes para poder cuantificar indicadores de sustentabilidad ambiental que permitan caracterizar a establecimientos agropecuarios dedicados a la producción de leche y carne intensiva, y sentar así un camino a la certificación de productos agropecuarios diferenciados.

Si bien esperamos que pueda proveer todos los datos que solicitamos, sabiendo que algunos pueden ser más difíciles de recolectar que otros, hemos remarcado aquellos que resultan de gran importancia para nuestro trabajo con **LETRA MAYÚSCULA, RESALTADO EN NEGRO**

Nuestra intención es que pueda ir analizando la información necesaria y luego profesionales de la universidad se pondrían en contacto con Ud. para acordar una reunión para completar el formulario.

La Encuesta está conformada por:

1. Descripción general: una hoja.
2. Actividad Agrícola: varias hojas iguales. Cada una debe ser llenada con la información correspondiente a cada cultivo que se haya realizado en el ejercicio encuestado.
3. Actividad Ganadera: cuatro hojas. Solicita información general sobre categorías de vacunos en el establecimiento, sobre la alimentación suplementaria (granos, rollos, etc.) y sobre el manejo de los rodeos.
4. Ganadería Pastoril: varias hojas iguales. Cada una debe ser llenada con la información correspondiente a cada recurso forrajero que se haya realizado en el ejercicio encuestado.
5. Efluentes Ganaderos: información básica sobre manejo de los mismos.
6. Consumo de Energía: una hoja donde se solicita información sobre uso de combustibles y electricidad.

## Encuesta Productores

### DATOS GENERALES sobre el ESTABLECIMIENTO

**NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO:** .....

**NOMBRE DEL PRODUCTOR.....**

Período de relevamiento:.....

Localidad:.....**TELÉFONO:**.....e-mail:.....@.....

## 1- Sistema de Producción

GANADERO PURO  
GANADERO – AGRICOLA  
AGRICOLA - GANADERO


2- USO DE LA TIERRA. *Indique la cantidad de has ocupadas para c/u de los siguientes ítems*

Sup. total del establecimiento: ..... has

**Pasturas Implantadas .....has**

**Corrales de Engorde .....has**

**Verdeos para el ganado .....has**

**Lagunas .....has**

**Campo Natural .....has**

**Monte natural .....has**

**Cultivos anuales para cosecha .....has**

**Monte artificial .....has**

### 3- Pendiente general del establecimiento

0,5 -1 % ☐    2-4% ☐    5-8% ☐    9-14% ☐    15-25% ☐

4- Indique las *precipitaciones* del período (mm/año): .....

**ACTIVIDAD AGRICOLA**

Especifique para cada cultivo de cosecha realizado los datos que se solicitan, colocando una opción en cada hoja

Especifique para cada cultivo de cosecha realizado los datos que se solicitan.

**CULTIVO 1**

1- Elija uno de los siguientes cultivos

MAIZ ☐ SORGO ☐ GIRASOL ☐ SOJA 1º ☐ SOJA 2º ☐ TRIGO ☐ OTRO ☐

Superficie sembrada	.....	has
Densidad de siembra	.....	kg semilla/ha
Rendimiento	.....	Kg grano/ha



Sistema de Labranza      Convencional ☐      Mínima labranza ☐      Siembra directa ☐

**2- LABORES.** Indique las labores hechas, y la cantidad de hectáreas, en el caso de que hayan disminuido con respecto a la superficie sembrada.

LABORES	Hectáreas
a-	
b-	
c-	
d-	
Otras labores:	
	Hectáreas
e- Escardillo	
f- Fertilización	
g- Pulverización terrestre	
h- Pulverización aérea	
i- Cosecha	

**3- PRODUCTOS** utilizados en el CULTIVO 1

Para cada uno de los productos usados indique:

Nombre comercial y/o del específico, cantidad de hectáreas en que se aplicó y la dosis usada en kg/ha o litros/ha, según el caso que corresponda.

FERTILIZANTES				HERBICIDAS			
Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fertilizadas	Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fumigadas
INSECTICIDAS				FUNGICIDAS			
Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fumigadas	Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fumigadas

**ACTIVIDAD GANADERA**

SUPERFICIE GANADERA TOTAL (has).....

SUPERFICIE GANADERA para PRODUCCION de LECHE:

-CARGA MEDIA (EV/ha):.....

-PRODUCCION de LECHE -kg Grasa/ha/año:.....

-litros de leche/vaca /día: .....

Composición del rodeo

Vacas totales

	Vacas en ordeño	
--	-----------------	--

Toros

--

Vaquillonas de recría

	Terneras/os guachera	
--	----------------------	--

SUPERFICIE GANADERA para PRODUCCION de CARNE:

-CARGA MEDIA (EV/ha):.....

-PRODUCCION de CARNE (kg de carne/ha/año):.....

SUPERFICIE GANADERA para otras producciones:.....has

**ALIMENTACION DEL GANADO****A- SUPLEMENTOS EXTERNOS** (comprados, ingresados por canje, etc.)

Indicar la cantidad ingresada para cada uno de los alimentos en KILOS /AÑO.

**1- GRANOS**

-Maíz:..... Kg/año

-Sorgo:..... Kg/año

-Otro:..... Kg/año

**2- BALANCEADOS.** Indique el tipo (por ej. el % de proteína) y/o la categoría a la que se destina.

Tipo de balanceado	% de Proteína	Categoría destinada	Kg/año

**2- HENO** (rollo, fardo) / **HENOLAJE**

HENOLAJE

☐

Alfalfa

☐

Pastura

☐

Otro.....

Kg/año.....

HENO

☐

Alfalfa

☐

Pastura

☐

Otro.....



FARDO

☐

Kg/año.....

ROLLO

☐

Kg/año.....

**3- HARINAS – TORTAS – EXPELLERS.** Indique de qué grano provienen (soja, girasol, etc.)

Subproducto	Grano proveniente	Kg/año

**4-OTROS**

Tipo	Kg/año

**B-SUPLEMENTOS ORIGINADOS en el PROPIO ESTABLECIMIENTO que es CONSUMIDO por el GANADO.** Indicar la cantidad para cada uno de los alimentos en **KILOS /AÑO**.

**1- GRANOS**

- Maíz:..... Kg/año  
 -Sorgo:..... Kg/año  
 -Otro:..... Kg/año

**2- BALANCEADOS.** Indique el tipo (por ej. el % de proteína) y/o la categoría a la que se destina.

Tipo de balanceado	% de Proteína	Categoría destinada	Kg/año

**3- HENO (rollo, fardo) / HENOLAJE**

HENOLAJE ☐ Alfalfa ☐ Pastura ☐ Otro..... Kg/año.....  
 HENO ☐ Alfalfa ☐ Pastura ☐ Otro.....  
 ↓  
 FARDO ☐ Kg/año.....  
 ROLLO ☐ Kg/año.....

**3- HARINAS – TORTAS – EXPELLERS.** Indique de qué grano provienen (soja, girasol, etc.)

Subproducto	Grano proveniente	Kg/año

**4- SILO**

↓ MAIZ ☐ SORGO ☐ Otro. ....  
 Kg/ año:.....

**5- OTROS**

Tipo	Kg/año

**C- MANEJO DE LOS RODEOS:**

- Superficie que compone el área de instalación de ordeño: (instalación más corrales de ingreso)  
 Has.....
- Duración del ordeño diario por rodeo: .....hs.
- Composición de los rodeos de ordeño:
  - Cantidad de rodeos.....
  - Composición de cada uno:

		Nº VO	Prod prom (l/VO/día)
Rodeo 1.			
Rodeo 2.			
Rodeo 3.			
Rodeo 4.			

## 4. Suministro de ración durante el ordeño:

	SI/NO	Kg MS/VO/día	Composición
Rodeo 1.			
Rodeo 2.			
Rodeo 3.			
Rodeo 4.			

## 5. Cuenta con pista de alimentación: .....

a. Superficie: .....ha

b. Localización: .....

c. Tiempo de permanencia diario, por rodeo y ración suministrada:

	T' (hs)	kg MS/VO/día	Composición
Rodeo 1.			
Rodeo 2.			
Rodeo 3.			
Rodeo 4.			

## 6. Terneros machos:

	No	Si	Cantidad	Peso promedio de salida
Venta al nacimiento o engorde en otro campo			▶	
	▼			
Engorde en propio campo			➡	

## 7. Terneras

	Si	No	Cantidad	Peso de salida promedio
Recría en el establecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Venta de vaquillonas recriadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

## 8. Vaquillonas

Si recría en otro campo: Indique

Si adquiere vaquillonas, indique

Cantidad	Peso de entrada prom.

## 9. Otras categorías:

Si **ingresa** otra categoría de animal al campo, indique:

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Si **egresa** otra categoría de animal al campo, indique:

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

Categoría: .....Cantidad..... Peso promedio:.....

**GANADERIA**

**1-RECURSOS FORRAJEROS EN PIE.** Especifique para cada uno realizado (*pastura implantada, verdeo, campo natural*) los datos que se solicitan.

Recurso forrajero

1-.....				Sistema de Labranza (x)		
Especies presentes	Proporción Gram/Leg	Superficie (has)	Densidad de Siembra(Kg/ha)	Convencion al	Mín. Labranza	Siembra Directa

**2-LABORES.** Indique las labores realizadas, y la cantidad de hectáreas, en el caso de que hayan disminuido con respecto a la superficie sembrada.

Recurso forrajero

	Marque con una X	Hectáreas
Labores realizadas		
a-		
b-		
c-		
Otras		
d- Desmalezado mecánico		
e- Fertilización		
f- Pulverización terrestre		
g- Pulverización aérea		
h- Intersiembr		
i-Henificación		

Nº fardos/ha: .....

Nº rollos/ ha: .....

j-Corte para ensilar

☐

Kilos materia verde cosechada /ha:.....

Rendimiento de Silo(Kilos):.....

**3- PRODUCTOS UTILIZADOS**

Para cada uno de los productos usados indique: Nombre comercial y/o del principio activo, cantidad de hectáreas en que se aplicó y la dosis usada en kg/ha o litros/ha, según el caso que corresponda.

FERTILIZANTES				HERBICIDAS			
Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fertilizadas	Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fumigadas
INSECTICIDAS				FUNGICIDAS			
Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fumigadas	Nombre comercial	Nombre específico	Dosis(Kg/ha ó Lts/ha)	Hectáreas fumigadas



**EFLUENTES GANADEROS****1- ¿REALIZA ALGÚN MANEJO DE LOS EFLUENTES?**NO ☐

Destino final del efluente:

laguna natural ☐arroyo ☐río ☐depresión natural ☐Otro ☐ ¿Cuál? .....SI ☐ ¿Posee trampa de grasas?

|

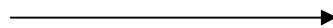
☐ → ¿Tiene construcciones para retener sólidos?

|

NO ☐SI ☐→ Realiza limpieza en seco del corral ☐→ malla o rejilla ☐pileta de sedimentación o decantación ☐otro ☐

-¿Cómo se trasladan los efluentes?

Gravedad

NO ☐

Bombeo

SI ☐NO ☐SI ☐

canal a cielo abierto

de tierra ☐de cemento ☐

tuberías / cañerías

**2- ¿CUÁL ES EL DESTINO FINAL DEL EFLUENTE?**

Depósito temporario (estercolera)

SI ☐NO ☐

Laguna

NO ☐SI ☐

→ N° de lagunas:.....

Dimensiones (m):

1

2

3

Fondo Impermeable

SI ☐NO ☐**3- ¿CUÁL ES LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS EFLUENTES?**

- Permanece en la laguna indefinidamente

SI ☐NO ☐

- Descarga a un curso de agua natural (río, arroyo, laguna, etc.)

SI ☐NO ☐

- Riego / Aspersión

SI ☐NO ☐

- Bajo natural

SI ☐NO ☐

- Bajo artificial (wetland)

SI ☐NO ☐

## CONSUMO DE ENERGIA

1- MOVILIDAD. Indicar los kilómetros recorridos anualmente por cada vehículo.

- Movilidad en camioneta: ..... Km/año
- Movilidad en auto: ..... Km/año
- Movilidad en otro vehículo: ..... Km/año

En caso de no contar con estos datos, o porque resulten más fácil de conseguir, *pueden reemplazarse por los litros de gas oil, litros de nafta y/o metros cúbicos de gas consumidos en el año*, por los vehículos mencionados.

- Movilidad en camioneta: .....
- Movilidad en auto:.....
- Movilidad en otro vehículo:.....

2- CONSUMO de ENERGIA en el CASCO, CASA DE ENCARGADO, TAMBO, FEEDLOT, GALPONES, etc. Indicar el consumo anual total.

- Consumo de electricidad (Kw.hora/año): .....
- Consumo de gas oil (calefacción, motores, etc.) (litros/año): .....
- Consumo de nafta (motores, etc.) (litros/año): .....

C